

**VŠB – Technická univerzita Ostrava  
Fakulta elektrotechniky a informatiky  
Katedra telekomunikační techniky**

**Měření digitálního televizního vysílání s využitím analyzátoru  
X-Finder**

**Measurement of Digital Television Broadcasting Using The  
Analyzer X-Finder**

**2017**

**Daniel Slíva**

# Zadání bakalářské práce

Student: **Daniel Slíva**

Studijní program: B2647 Informační a komunikační technologie

Studijní obor: 2601R013 Telekomunikační technika

Téma: **Měření digitálního televizního vysílání s využitím analyzátoru X-Finder**  
**Measurement of Digital Television Broadcasting Using the Analyzer X-Finder**

Jazyk vypracování: čeština

## Zásady pro vypracování:

Cílem práce je prakticky ověřit možnosti měření digitálního televizního vysílání s využitím analyzátoru X-Finder, vytvoření uživatelského manuálu pro práci s tímto analyzátozem a návrh zadání laboratorních úloh.

1. Popis způsobů digitálního televizního vysílání.
2. Popis vlastností a funkcí analyzátoru X-Finder a možností jeho využití.
3. Praktické měření digitálního televizního vysílání s využitím analyzátoru X-Finder.
4. Vytvoření uživatelského manuálu pro práci s analyzátozem X-Finder.
5. Návrh zadání laboratorních úloh.

## Seznam doporučené odborné literatury:


[1]Legiň, M.: Televizní technika DVB-T, BEN, 2006, ISBN: 80-7300-204-3

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

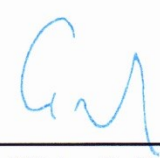
Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Roman Šebesta, Ph.D.**

Datum zadání: 01.09.2015

Datum odevzdání: 28.04.2017

  
doc. Ing. Miroslav Vozňák, Ph.D.  
vedoucí katedry




  
prof. RNDr. Václav Snášel, CSc.  
děkan fakulty

## Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

V Ostravě dne: *28. dubna 2017*

  
.....  
podpis studenta

## **Poděkování**

Rád bych poděkoval panu Ing. Romanovi Šebestovi Ph.D. za odbornou pomoc a konzultaci při vytváření této bakalářské práce.



## **Abstrakt**

Tématem bakalářské práce je měření digitálního televizního vysílání s využitím analyzátoru X-Finder. V teoretické části jsou popsány nejrozšířenější druhy příjmu digitálního televizního vysílání. Jedná se o standardy DVB-T, DVB-S, DVB-C, DVB-H a DVB-IPTV. Dále jsou rozepsány všechny vlastnosti a funkce tohoto analyzátoru. V praktické části jsou do tabulek zpracovány naměřené hodnoty pozemního, satelitního a kabelového příjmu digitálního signálu a porovnány s ideálními hodnotami. V závěru je sepsána krátká uživatelská recenze z hlediska práce s analyzátozem. Součástí práce je také vypracovaný uživatelský manuál a dvě laboratorní úlohy, které jsou přiložené na CD.

## **Klíčová slova**

DVB-T, DVB-T2, DVB-S, DVB-S2, DVB-C, DVB-C2, DVB-H, DVB-IPTV, Finder, RF, FEC, C/N, anténa, analyzátor, modulace, multiplex

## **Abstract**

Topic of the bachelor thesis is measurement of digital television broadcasting using the analyzer X-Finder. The theoretical part describes the most widespread types of digital broadcasting. These are standards such as DVB-T, DVB-S, DVB-C, DVB-H a DVB-IPTV. Next there are descriptions all analyzer's properties and features. In the practical part there are tables of measured values of terrestrial, satellite and cable digital broadcasting compared with the ideal ones. Short user review in terms of working with the analyzer is written in the end of the thesis. Constituent of the thesis is prepared user manual and two laboratory tasks enclosed on the CD.

## **Key words**

DVB-T, DVB-T2, DVB-S, DVB-S2, DVB-C, DVB-C2, DVB-H, DVB-IPTV, Finder, RF, FEC, C/N, antenna, analyzer, modulation, multiplex

# Obsah

Seznam použitých symbolů.....	10 -
Seznam použitých zkratk.....	11 -
Seznam ilustrací a seznam tabulek.....	14 -
Úvod.....	16 -
1 Způsoby digitálního televizního vysílání .....	17 -
1.1 Digitální pozemní vysílání .....	18 -
1.1.1 První generace digitálního pozemního televizního vysílání.....	18 -
1.1.2 Druhá generace digitálního pozemního televizního vysílání.....	19 -
1.2 Digitální satelitní vysílání .....	19 -
1.2.1 První generace digitálního satelitního televizního vysílání .....	19 -
1.2.2 Druhá generace digitálního satelitního televizního vysílání.....	19 -
1.3 Digitální kabelové vysílání .....	20 -
1.3.1 První generace digitálního kabelového televizního vysílání .....	20 -
1.3.2 Druhá generace digitálního kabelového televizního vysílání.....	20 -
1.4 Digitální televizní vysílání přes internetový protokol.....	21 -
1.5 Digitální televizní vysílání pro přenosná zařízení.....	22 -
2 Popis analyzátoru X-Finder.....	23 -
2.1 Základní popis analyzátoru .....	23 -
2.2 Ovládání analyzátoru .....	24 -
2.3 Vlastnosti a využití analyzátoru.....	25 -
3 Funkce a možnosti analyzátoru X-Finder .....	26 -
3.1 Vyhledávač - Finder.....	26 -
3.1.1 Satelitní instalace.....	26 -
3.1.2 Terestriální instalace.....	27 -
3.1.3 Kabelová instalace.....	28 -
3.2 Úhel - Angle.....	29 -
3.3 Spektrum - Spectrum .....	29 -
3.4 Služby - Service .....	30 -
3.5 Média - Media.....	31 -
3.6 Zařízení - System .....	33 -
3.7 Internet .....	36 -

4	Praktické měření analyzátozem X-Finder.....	- 39 -
4.1	Popis měřených parametrů.....	- 39 -
4.2	Měření pozemního televizního signálu .....	- 39 -
4.2.1	Popis měření .....	- 39 -
4.2.2	Postup měření .....	- 41 -
4.2.3	Naměřené hodnoty .....	- 41 -
4.2.4	Zhodnocení měření.....	- 44 -
4.3	Měření satelitního televizního signálu .....	- 44 -
4.3.1	Popis měření .....	- 44 -
4.3.2	Postup měření .....	- 45 -
4.3.3	Naměřené hodnoty .....	- 46 -
4.3.4	Zhodnocení měření.....	- 47 -
4.4	Měření kabelového televizního signálu .....	- 47 -
4.4.1	Popis měření .....	- 47 -
4.4.2	Postup měření .....	- 47 -
4.4.3	Naměřené hodnoty .....	- 48 -
4.4.4	Zhodnocení měření.....	- 49 -
	Závěr .....	- 50 -
	Použitá literatura .....	- 52 -
	Seznam příloh.....	- 55 -

## Seznam použitých symbolů

Symbol	Jednotky	Význam symbolu
<b>BCH</b>	-	Cyklický opravný kód
<b>BER</b>	-	Bitová chybovost
<b>C/N</b>	dB	Odstup nosná/šum
<b>FEC</b>	-	Dopředná chybová korekce
<b>LDPC</b>	-	Lineární samoopravný kód
<b>MER</b>	dB	Modulační chybovost
<b>MUX</b>	-	Multiplexní síť
<b>PER</b>	-	Paketová chybovost
<b>RF Level</b>	dB $\mu$ V	Úroveň signálu
<b>RS</b>	-	Regionální síť
<b>UHF</b>	-	Ultra krátké vlny
<b>VHF</b>	-	Velmi krátké vlny

## Seznam použitých zkratk

Zkratka	Význam	
<b>ADSL</b>	Asymmetric Digital Subscriber Line	Asymetrické DSL
<b>APSK</b>	Amplitude and Phase-Shift Keying	Asymetrické fázové klíčování
<b>AV</b>	Audiovisual	Audiovizuální
<b>BER</b>	Bit Error Rate	Bitová chybovost
<b>BCH</b>	Bose-Chaudhuri-Hocquengham	Cyklický opravný kód
<b>CA</b>	Common Access	Společný přístup
<b>CAM</b>	Conditional Access Module	Modul s podmíněným přístupem
<b>CD</b>	Compact Disc	Kompaktní disk
<b>CI</b>	Common	Společné rozhraní
<b>C/N</b>	Interface	Odstup nosná/šum
<b>COFDM</b>	Carrier to Noise Ratio	Kódovaný frekvenčně dělený multiplex
<b>COM</b>	Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing	Komunikační port
<b>CVBS</b>	Communication port	Synchronizace barev videa
<b>ČR</b>	Color Video Blanc Sync	Česká republika
<b>DSLAM</b>	Česká republika	Zařízení sdružující několik datových toků
<b>DVB-C</b>	Digital Subscriber Line Access Multiplexer	Kabelové digitální televizní vysílání
<b>DVB-C2</b>	Digital Video Broadcasting – Cable	Kabelové digitální televizní vysílání druhé generace
<b>DVB-H</b>	Digital Video Broadcasting - Second Generation Cable	Digitální televizní vysílání pro přenosná zařízení
<b>DVB-IPTV</b>	Digital Video Broadcasting – Handhelds	Digitální televizní vysílání s využitím protokolu IP
<b>DVB-S</b>	Digital Video Broadcasting - Internet Protocol Television	Satelitní digitální televizní vysílání
<b>DVB-S2</b>	Digital Video Broadcasting – Satellite	Satelitní digitální televizní vysílání druhé generace
	Digital Video Broadcasting - Second Generation Satellite	

<b>DVB-T</b>	Digital Video Broadcasting – Terrestrial	Pozemní digitální televizní vysílání
<b>DVB-T2</b>	Digital Video Broadcasting - Second Generation Terrestrial	Pozemní digitální televizní vysílání druhé generace
<b>EPG</b>	Electronic Program Guide	Programový průvodce
<b>FEC</b>	Forward Error Correction	Dopředná chybová korekce
<b>FFT</b>	Fast Fourier Transform	Fourierova transformace
<b>FTP</b>	File Transfer Protocol	Protokol pro přenos souborů
<b>GPS</b>	Global Positioning System	Souřadnicový systém
<b>H/W</b>	Hardware	Technické vybavení
<b>HD</b>	High Definition	Vysoké rozlišení
<b>HDMI</b>	High-Definition Multimedia Interface	Konektor podporující přenos videa ve vysokém rozlišení
<b>ID</b>	Identification	Identifikace
<b>IP</b>	Internet Protocol	Internetový protokol
<b>IR</b>	Infrared	Infračervený
<b>LAN</b>	Local Area Network	Lokální síť
<b>LDPC</b>	Low Density Parity Check	Lineární samoopravný kód
<b>LED</b>	Light-Emitting Diode	Dioda emitující světlo
<b>LNB</b>	Low Noise Block	Satelitní konvertor
<b>MER</b>	Modulation Error Rate	Modulační chybovost
<b>MPEG</b>	Moving Picture Experts Group	Kompresní formát videa
<b>MUX</b>	Multiplex	Multiplexní síť
<b>OFDM</b>	Orthogonal Frequency Division Multiplexing	Ortogonální multiplex s frekvenčním dělením
<b>PDA</b>	Personal Digital Assistant	Osobní digitální pomocník
<b>PER</b>	Packet Error Rate	Paketová chybovost
<b>PPV</b>	Pay Per View	Zaplat' za zhlédnutí
<b>PSK</b>	Phase-Shift Keying	Klíčování fázovým posunem
<b>PVR</b>	Personal Video Recorder	Osobní video rekordér
<b>QAM</b>	Quadrature Amplitude Modulation	Kvadraturní amplitudová modulace

---

<b>QPSK</b>	Quadrature Phase-Shift Keying	Kvadraturní fázové klíčování
<b>RF Level</b>	Radio Frequency Level	Úroveň rádiové frekvence
<b>RGB</b>	Red-Green-Blue	Model míchání barev (červená-zelená-modrá)
<b>RS</b>	Regionální síť	Regionální síť
<b>RSS</b>	Rich Site Summary	Formát pro čtení novinek na webových stránkách
<b>S/W</b>	Software	Programové vybavení
<b>SCART</b>	Syndicat des Constructeurs d'Appareils Radiorécepteurs et Téléviseurs	Konektor pro připojení audio/video zařízení
<b>SN</b>	Serial Number	Sériové číslo
<b>STB</b>	Set Top Box	Převodník televizního signálu
<b>TFT LCD</b>	Thin-Film-Transistor Liquid Crystal Display	Tenké zobrazovací zařízení - obrazovka
<b>TS</b>	Transport Stream	Digitální tok dat
<b>TV</b>	Television	Televize
<b>UHF</b>	Ultra High Frequency	Ultra krátké vlny
<b>USB</b>	Universal Serial Bus	Univerzální sériová sběrnice
<b>VHF</b>	Very High Frequency	Velmi krátké vlny
<b>VoD</b>	Video on Demand	Virtuální videopůjčovna

---



## Seznam ilustrací a seznam tabulek

Číslo ilustrace	Název ilustrace	Číslo stránky
1.1	Oficiální loga standardů DVB-T2/S2/C2/H/IPTV	17
1.2	Popis příjmu standardů DVB-T/S/C	18
2.1	Přední strana analyzátoru	23
2.2	Zadní strana analyzátoru	24
2.3	Ovládací tlačítka analyzátoru	25
3.1	Hlavní funkce a jejich tlačítka	26
3.2	Satelitní instalace	27
3.3	Terestriální instalace	28
3.4	Kabelová instalace	28
3.5	Funkce Úhel (Angle)	29
3.6	Funkce Spektrum (Spectrum)	30
3.7	Menu služeb	31
3.8	Menu médií	32
3.9	Seznam souborů	32
3.10	Menu zařízení	33
3.11	Konstelační diagram	35
3.12	Menu internet	36
3.13	Zobrazení počasí v Ostravě	37
3.14	Ostrava v mapách Google	38
4.1	Širokopásmová anténa pro příjem UHF pásma	40
4.2	Lokalita měření pozemního signálu	40
4.3	Koaxiální kabel a jeho zapojení do analyzátoru	41
4.4	Naměřené parametry MUX 1	42
4.5	Frekvenční spektrum včetně vyznačení měřených sítí	43
4.6	Detailní frekvenční spektrum sítě MUX 2	43
4.7	Parabolická anténa 60 cm	44
4.8	Lokalita měření satelitního televizního vysílání	45
4.9	Vypočítaný směr k družici Astra 23,5°E	45

<b>4.10</b>	Naměřené parametry družice Astra 23,5°E	46
<b>4.11</b>	Účastnická zásuvka pro příjem DVB-C	48
<b>4.12</b>	Naměřené parametry na frekvenci 754 MHz	49

<b>Číslo tabulky</b>	<b>Název tabulky</b>	<b>Číslo stránky</b>
<b>1.1</b>	Porovnání standardů DVB-T a DVB-T2	19
<b>1.2</b>	Porovnání standardů DVB-S a DVB-S2	20
<b>1.3</b>	Porovnání standardů DVB-C a DVB-C2	21
<b>4.1</b>	Parametry vysílačů měřených sítí	41
<b>4.2</b>	Naměřené parametry MUX a RS sítí	42
<b>4.3</b>	Srovnání parametru pro nastavení paraboly a LNB	46
<b>4.4</b>	Naměřené parametry družice Astra 3B 23,5°E	46
<b>4.5</b>	Nalezené MUX sítě kabelové příjmu	48

## Úvod

Tématem této bakalářské práce je měření digitálního televizního vysílání s využitím analyzátoru X-Finder.

Cílem této bakalářské práce je popsat způsoby příjmu digitálního televizního vysílání. Popsat vlastnosti a funkce analyzátoru Amiko X-Finder, zhodnotit jeho výhody a nevýhody a využít jej k praktickému měření pozemního, satelitního a kabelového příjmu digitálního televizního signálu, přičemž naměřené hodnoty budou následně zhodnoceny z uživatelského hlediska.

Práce je tvořena dvěma stěžejními celky, a to teoretickou a praktickou částí. V teoretické části jsou popsány nejrozšířenější způsoby příjmu digitálního televizního vysílání v České republice, dále jsou zde kapitoly věnované popisu analyzátoru se zaměřením na jeho vlastnosti, komunikační rozhraní, ovládací tlačítka a jeho funkce.

V praktické části jsou získané poznatky aplikovány v praxi, a to zejména při měření příjmu pozemního, satelitního a kabelového digitálního televizního vysílání. U každého typu vysílání je provedena elementární deskripce měření, následně je zde objasněn postup měření a seznámení se získanými hodnotami, které jsou posléze srovnávány s ideálními hodnotami. Každé měření je zakončeno zhodnocením měření.

Nedílnou součástí této práce je vypracovaný uživatelský manuál, ve kterém jsou podrobně rozepsány funkce analyzátoru. Manuál rovněž obsahuje podrobný návod pro měření s analyzátozem, včetně uvedených příkladů. Práce taktéž obsahuje vytvořené laboratorní úlohy, které mají studenty obeznámit s daným analyzátozem a pomocí kterých se mohou naučit zmíněný analyzátor využívat.

Bakalářská práce je zakončena závěrem, ve kterém lze nalézt souhrn nejdůležitějších poznatků z obou stěžejních celků a samotné zhodnocení měření digitálního televizního vysílání s využitím analyzátoru X-Finder.

## 1 Způsoby digitálního televizního vysílání

Digitální televizní vysílání, zkráceně DVB (*Digital Video Broadcasting*), bylo kompletně zavedeno v České republice od roku 2011, kdy digitální vysílání zcela nahradilo analogové. Jedná se o mezinárodní sdružení, které je tvořeno televizními společnostmi, výrobci a mnoha dalšími korporacemi. Toto konsorcium má na starosti soubor norem pro digitální televizní vysílání. Sdružení tak hledá nové možnosti a vytváří nové standardy. [1][9][10][19][30]

Digitalizace vysílání umožnila na jedné frekvenci přenášet větší počet programů a jiných doplňkových služeb. Tento jev můžeme brát jako výhodu, kde dochází ke snížení finančních nákladů a zvýšení přenosové kapacity. Lze také říci, že digitální televizní vysílání má vyšší kvalitu, než analogové. Nedochází zde k postupné degradaci signálu a za dobrých podmínek je vysílaný obraz stejně kvalitní jak u vysílače, tak i několik desítek kilometrů daleko. Avšak pokud se signál dostane pod prahovou hladinu, dojde k tzv. „rozkostičkování“, zaseknutí či úplné ztrátě obrazu. Zde jsou vypsány nejrozšířenější druhy digitálního televizního vysílání v ČR (*Česká republika*):

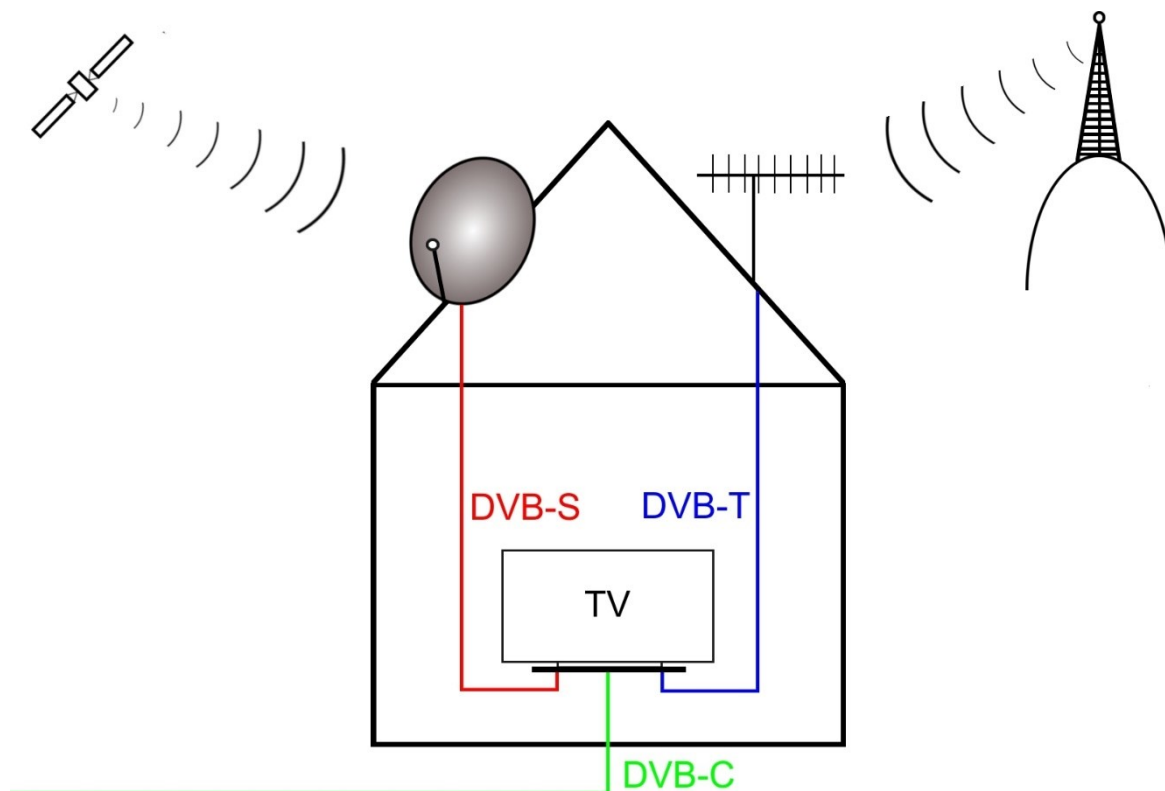
- pozemní (terestriální) televizní vysílání - DVB-T (*Digital Video Broadcasting – Terrestrial*),
- satelitní digitální televizní vysílání - DVB-S (*Digital Video Broadcasting – Satellite*),
- kabelové digitální televizní vysílání - DVB-C (*Digital Video Broadcasting – Cable*),
- digitální televizní vysílání pro přenosná zařízení - DVB-H (*Digital Video Broadcasting – Handhelds*),
- digitální televizní vysílání s využitím internetového protokolu – DVB-IPTV (*Digital Video Broadcasting - Internet Protocol Television*).

Na obrázku 1.1 jsou k nahlédnutí oficiální loga pro rozepsané standardy v kapitolách 1.2 – 1.5.



Obrázek 1.1: Oficiální loga standardů DVB-T2/S2/C2/H/IPTV [11]

Na obrázku 1.2 je pro představu znázorněn způsob přivedení třech nejrozšířenějších variant digitálního televizního signálu do domácnosti. Jedná se o příjem pozemního signálu DVB-T, satelitního DVB-S a kabelového DVB-C.



Obrázek 1.2: Popis příjmu standardů DVB-T/S/C

## 1.1 Digitální pozemní vysílání

### 1.1.1 První generace digitálního pozemního televizního vysílání

První verze digitálního pozemního televizního vysílání se označuje jako DVB-T. Tento standard byl poprvé použit v březnu roku 1997 a od té doby se stal nejpoužívanějším formátem digitálního vysílání po celém světě. Signál vysílaný tímto standardem koncový uživatel přijímá za pomoci běžných televizních antén (společná televizní anténa, Yagi anténa, velké a malé síto atd.). Ve standardu DVB-T se přenáší tzv. digitální multiplexy, které označují složky, jako jsou obraz, zvuk, superteletext či EPG (*Electronic Program Guide*) zabalených do jedné, která je vhodná pro přenos po jednom společném datovém kanálu. Při příjmu pozemního vysílání čeká na signál více překážek, než u ostatních variant, proto se zde využívá účinnější proti chybové zabezpečení FEC (*Forward Error Correction*) a modulace OFDM (*Orthogonal Frequency Division Multiplexing*). U modulace OFDM skládáme do základního kanálu o šířce 8 MHz více sub-nosných vln, které jsou pak dále modulovány některou ze tří typů více stavových digitálních modulací. Jedná se o modulace QPSK (*Quadrature Phase-Shift Keying*), 16-QAM (*Quadrature Amplitude Modulation*) nebo 64-QAM (*Quadrature Amplitude Modulation*). Abychom mohli pozemní vysílání přijímat, je k tomu nutné mít zařízení zvané STB (*Set Top Box*). Jedná se o doplněk ke stávajícímu analogovému přijímači, který umožňuje sledovat vysílání DVB-T. Dnes už jsou obvykle zakomponovány v samotném sledovacím nebo nahrávacím zařízení (televizor, rekordér, mobilní telefon). Obrazový signál bývá komprimovaný ve formátu MPEG-2 (*Moving Picture Experts Group 2*) nebo v technicky vyspělejší MPEG-4 (*Moving Picture Experts Group 4*), který má vyšší kvalitu obrazu. [9][33][36]

### 1.1.2 Druhá generace digitálního pozemního televizního vysílání

Druhá verze digitálního pozemního televizního vysílání se označuje jako DVB-T2 (*Digital Video Broadcasting - Second Generation Terrestrial*). Jedná se o vývojovou generaci, která je založena na současné technologii DVB-T. Díky této verzi pozemního vysílání je zapotřebí méně rádiových kanálů než u verze předchozí, čímž dochází k rozšíření pásma. Takto rozšířené pásmo umožňuje vložit do jedné multiplexní sítě více televizních programů v HD (*High Definition*) rozlišení. Obrazový signál je přenášen v kompresním formátu MPEG-4, který je technicky flexibilnější a dokonalejší než jeho předchůdci. Do multiplexní sítě by se měly vejít čtyři televizní kanály v plném HD rozlišení nebo 12 kanálů ve standardním rozlišení. Přenosová kapacita je uváděna až 40 Mbit/s, ale počítá se pouze se 30 Mbit/s. Tento standard používá modulaci kódovaného OFDM, tedy COFDM (*Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing*). Sub-nosné vlny jsou pak modulovány pomocí QPSK, 16-QAM, 64-QAM a 256-QAM. Porovnání parametrů první a druhé verze standardu DVB-T je uvedeno v tabulce 1.1. [18][22][29]

Tabulka 1.1: Porovnání standardů DVB-T a DVB-T2

Standard	DVB-T	DVB-T2
FEC	Konvoluční kód., Reed-Solomon. kód 1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8	LDPC + BCH kód 1/2, 3/5, 2/3, 3/4, 4/5, 5/6
Vnitřní modulace	QPSK, 16QAM, 64QAM	QPSK, 16QAM, 64QAM, 256QAM
Ochranný interval	1/4, 1/8, 1/16, 1/32	1/4, 19/256, 1/8, 19/128, 1/16, 1/32, 1/128
FFT mód (nosné)	2000, 8000	1000, 2000, 4000, 8000, 16000, 32000

## 1.2 Digitální satelitní vysílání

### 1.2.1 První generace digitálního satelitního televizního vysílání

První generace digitálního satelitního televizního vysílání se označuje jako DVB-S. Vysílání je přijímáno z antén, které jsou na družicích a pohybují se na tzv. geostacionární dráze (přibližně 36 000 km nad povrchem Země). Působení odstředivé síly a zemské přitažlivosti zajišťuje, že družice z našeho pohledu nemění svou polohu. Díky tomu, že se pohybují stejnou rychlostí jako Země, pokrývají stále stejnou plochu. Výhodou satelitního vysílání je pokrytí i v nepřístupných oblastech. Území České republiky je tímto vysíláním zcela pokryto. Abychom mohli satelitní příjem přijímat, potřebujeme k tomu satelitní přijímač a parabolickou anténu s konvertorem - LNB (*Low Noise Block*). Při instalaci je třeba dbát na správné nasměrování satelitní antény. Díky umístění více konvertorů na parabolu, lze využít odrazu signálu a přijímat tak programy z více družic. Televizní programy mohou být zakódované nebo volné. Volné (nekódované) jsou zdarma a přístupné všem, kteří přijímají digitální satelitní televizi (např. ČT 24, Óčko, TV Noe). Pokud tyto programy uživateli nestačí, musí si zakoupit přijímač pro příjem kódovaných programů a pak také u svého poskytovatele příslušnou dekodovací kartu. [7][25]

### 1.2.2 Druhá generace digitálního satelitního televizního vysílání

Druhá generace digitálního satelitního televizního vysílání se označuje jako DVB-S2 (*Digital Video Broadcasting - Second Generation Satellite*). Tato generace satelitního příjmu využívá komprimační formát MPEG-4, stejně jako tomu je u DVB-T2. Tím je zajištěna lepší kvalita obrazu

a zvuku. Využívají se zde čtyři konstelace modulací: QPSK, 8PSK (*Phase-Shift Keying*), 16APSK (*Amplitude and Phase-Shift Keying*) a 32APSK. Zpětná kompatibilita se standardem DVB-S není možná, ovšem přijímače s podporou HD již podporují obě normy. V tabulce 1.2 se nachází srovnání parametrů první a druhé verze standardu DVB-S. [7][25]

Tabulka 1.2: Porovnání standardů DVB-S a DVB-S2 [7][25]

Standard	DVB-S	DVB-S2
Vstupní signály	Datový tok TS (MPEG 2/4)	Datové toky RS (MPEG-2/4) nebo GSE
Modulace	QPSK	QPSK s více proudy
Modulační schéma	BPSK, QPSK, 8PSK, 16QAM	BPSK, QPSK, 8PSK, 16APSK, 32APSK
Mód	Konstantní kódování a modulace	Variabilní a adaptivní kódování a modulace VCA a ACM
Zdrojové kódování	MPEG-2 (MPEG-4 AVC)	MPEG-4 AVC (MPEG-2)
Ochranné kódování	Blokový Reed-Solomon kód	LDPC + BCH
Prokládání	Bitové prokládání	Bitové prokládání

## 1.3 Digitální kabelové vysílání

### 1.3.1 První generace digitálního kabelového televizního vysílání

První generace digitálního kabelového televizního vysílání se označuje jako DVB-C. Původní kabelový přenos byl také z počátku analogový, jako u ostatních standardů, ale nebylo u něj využito mnoho potenciálu. Z tohoto důvodu došlo ke zrození systému DVB-C, který umožňuje přenést místo jednoho analogového programu až 10 digitálních. Signál je modulován pomocí QAM a sub-nosné vlny pak dále 16 až 256 stavovou QAM. Neschází zde doplňkové služby, jako jsou EPG, volba jazyka, volitelné titulky, teletext, TimeShift (zastavení živě vysílaného pořadu), lupa a další. Společně s kabelovou televizí bývá také poskytován rozvod zajišťující služby jako Internet, IP (*Internet Protocol*) telefonie či video na přání. Mezi nevýhody se zde řadí omezená dostupnost (většinou jen ve větších nebo středních městech) a také to, že tato služba je placená formou měsíčního paušálu. Postupně si lze doplácet i další služby jako internet nebo telefonování. Připlatit si lze také prémiové kanály, jako jsou HBO, HBO2, HBO Comedy, Cinemax a Cinemax 2. Pro příjem digitálního kabelového signálu je nutný STB stejně jako u předchozích standardů. Ten je většinou pronajímán od poskytovatele kabelového připojení. [6][8][17]

### 1.3.2 Druhá generace digitálního kabelového televizního vysílání

Druhá generace digitálního kabelového televizního vysílání se označuje jako DVB-C2 (*Digital Video Broadcasting - Second Generation Cable*). Tento standard je označován jako „nejmladší“ z digitálních standardů druhé generace a přináší mnoho vylepšení proti původnímu DVB-C. Některé parametry a vlastnosti má totožné se standardem DVB-T2. Oba tyto standardy používají typ kódovaného ortogonálního frekvenčně děleného multiplexu COFDM. Sub-nosné vlny jsou dále modulovány 16 až 4096 QAM. Metody proti-chybového zabezpečení jsou také stejné. Při nadměrné úrovni šumu, účinně

chyby opravují BCH (*Bose-Chaudhuri-Hocquengham*) a LDPC (*Low Density Parity Check*) kódy. Tento standard má velký potenciál, protože dosahuje prozatím nejvyšší dosažitelné spektrální účinnosti. Avšak musí být splněna podmínka dostatečného odstupu signálu od šumu v kanálu, jinak není zaručen bezchybný přenos. V tabulce 1.3 se nachází srovnání parametrů první a druhé verze standardu DVB-C. [12][13]

Tabulka 1.3: Porovnání standardů DVB-C a DVB-C2 [12]

Standard	DVB-C	DVB-C2
Vstupní signály	Datový tok TS (MPEG 2/4)	Datové toky RS (MPEG-2/4) nebo GSE
Modulace	QAM jedné nosné 16 až 256 QAM	COFDM
Modulace nosných	QAM jedné nosné 16 až 256 QAM	16 až 4096 QAM
Mód	Konstantní kódování a modulace	Variabilní a adaptivní kódování a modulace VCA a ACM
Zdrojové kódování	MPEG-2 (MPEG-4 AVC)	MPEG-4 AVC (MPEG-2)
Ochranné kódování	Blokový kód RS (Reed-Solomon)	LDPC + BCH
Prokládání	Bitové prokládání	Bitové a frekvenční prokládání

## 1.4 Digitální televizní vysílání přes internetový protokol

Digitální televizní vysílání přes internetový protokol se označuje jako DVB-IPTV. Jedná se o televizní vysílání, které se přenáší přes vysokorychlostní internetové připojení. Tato technologie konkuruje digitální kabelové televizi DVB-C, ale IPTV nabízí více možností oboustranné komunikace. Uživatel může pohodlně pracovat s televizí: řadit pořady podle žánru, vyhledávat pořady na základě klíčových slov, zobrazit si podrobné informace o daném pořadu (obsazení herců, popis pořadu, hodnocení podle filmové databáze, apod.). [3][4][5][16]

IPTV umožňuje archiv pořadů (všechny pořady jsou nahrávány na vzdálené uložení a obsah bývá k dispozici v řádech desítek hodin), případně si lze pořad nahrát do prostoru pro nahrávání, kde je potom uživateli k dispozici v řádech několika měsíců. Tyto funkce jsou sice za příplatek, ale televizní divák tak nemusí být v reálném čase vysílání fyzicky u televize. Vysílání probíhá přes ADSL (*Asymmetric Digital Subscriber Line*) nebo po optických kabelech, a to v případě panelových domů. Díky robustnější šířce pásma tak můžeme poměrně snadno přenášet HD programy, a proto se signál z optického média rozděluje co nejbližší ke skupině uživatelů, aby nedocházelo ke zbytečným ztrátám. [5][27]

IPTV nabízí širokou škálu televizních programů a doplňkových služeb jako jsou EPG, PPV (*Pay Per View*), VoD (*Video on Demand*) a další. Aby bylo možno IPTV přijímat, musí mít uživatel STB a v případě přenosu pomocí ADSL také modem ADSL. Tato zařízení jsou většinou pronajata od poskytovatele služeb. K propojení STB a televizoru postačí konektory HDMI (*High-Definition Multimedia Interface*) nebo SCART (*Syndicat des Constructeurs d'Appareils Radiorécepteurs et Téléviseurs*). Některé tyto STB jsou hybridní a podporují také příjem DVB-T, DVB-S a DVB-C. [3][4]



V případě, že by chtěl uživatel sledovat IPTV na více zařízeních, nepomůže k tomu ani zakoupení dalších STB, a to z důvodu, že přenosový kanál není dostatečně široký, aby mohl přenášet více televizních programů současně. To znamená, že uživatel by se sice mohl dívat na více televizorech, ale na totožný program. Televizní kanály se přivádějí do centrálních míst zvaných DSLAM (*Digital Subscriber Line Access Multiplexer*). Od těchto míst už putuje po vedení vysokorychlostního internetu jen uživatelem vybraný program. Užívání IPTV současně s internetovým připojením může krátkodobě snížit rychlost připojení k internetu - flexi režim (zachování digitální kvality obrazu se zabezpečí omezením rychlosti internetu). [4][5][16]

### 1.5 Digitální televizní vysílání pro přenosná zařízení

Digitální televizní vysílání pro přenosná zařízení se označuje jako DVB-H. Dříve bylo označováno jako DVB-X. Jedná se o standard, zavedený roku 2004, pro mobilní telefony, PDA (*Personal Digital Assistant*) a tablety. Vychází z DVB-T, ale je lépe přizpůsoben pro příjem během pohybu a klade mnohem menší nároky na napájení. Čip má až 10x menší příkon energie, čímž je ušetřeno více než 90 % kapacity baterie. Hlavní předností DVB-H je vysoká kapacita programových kanálů. V jedné multiplexní síti lze přenášet až 40 televizních stanic, protože mobilní zařízení mají menší rozlišení displeje než televizní obrazovky. Z toho důvodu se nevysílají tak velké datové toky. Tato technologie televizního vysílání pro přenosná zařízení byla v České republice ve stavu testování, ale nedočkala se využití. [2][14][34]

## 2 Popis analyzátoru X-Finder

### 2.1 Základní popis analyzátoru

Analyzátor Amiko X-Finder, vyobrazený na obrázku 2.1, je HD digitální kombinovaný měřicí přístroj. Lze na něm přijímat pozemní, satelitní i kabelové digitální vysílání. Disponuje velkou 7" (uhlopříčka 18 cm) TFT LCD (*Thin-Film-Transistor Liquid-Crystal Display*) barevnou obrazovkou a dvěma stereo reproduktory. Z horní strany je slot CAM (*Conditional Access Module*), který slouží ke čtení karet (Cryptoworks, Conax, Irdeto), port HDMI, Ethernet port LAN (*Local Area Network*), porty USB (*Universal Serial Bus*), audio a video vstupy i výstupy, port COM (*Communication port*) a jiné. Umí zobrazit úroveň signálu, spektrální obraz, vypočítat elevační úhel a je zde spousta dalších užitečných funkcí, které budou podrobněji rozebrány v kapitole 3.

Tento analyzátor je dodáván společně s dálkovým ovládáním, externím síťovým adaptérem, hliníkovým kufříkem, napájecím kabelem do auta, AV (*Audiovisual*) kabelem pro připojení do analogového zařízení, servisním kabelem (RS 232), dvěma AAA bateriemi, ochranným obalem na analyzátor, závěsným popruhem a manuálem na obsluhu.



Obrázek 2.1: Přední strana analyzátoru

Pohled na horní stranu analyzátoru Amiko X-Finder je znázorněn na obrázku 2.2. Vlevo se nachází konektor s popisem DC 14.5V/4A, který slouží k připojení externího zdroje (síťový adaptér, kabel s připojením k autobaterii). Následují zásuvné sloty, s popisem CI (*Common Interface*) a CA (*Common Access*), pro připojení přístupových karet nebo celého modulu (karta se vkládá čipem nahoru z pohledu od obrazovky, modul se zasouvá obrázkem nahoru z pohledu obrazovky analyzátoru). Následující port má popis ETHERNET, který slouží k připojení kabelu LAN (10/100 Mbit/s). Vedle ethernetového portu se v horní části nachází port Mini USB s popisem U-DISK a pod ním se nachází 2

porty. Port s popisem AV IN/OUT pro vstup a výstup signálu (připojení televizoru nebo kamery) a port s popisem RS232, který je portem servisním. Napravo se nachází HDMI výstup pro připojení televizoru nebo monitoru a nad ním je přepínač SWITCH. Pro připojení antén jsou zde vstupy/výstupy RF OUT a RF IN pro výstup i vstup signálu (DVB-T/T2 a DVB-C). Dále pak je konektor s nápisem LOOP (pro rozšíření satelitního signálu na další přijímač) a další s nápisem LNB IN 13/18V 400MA MAX pro příjem satelitního signálu. Posledním portem je klasický port USB, pomocí kterého lze připojit externí zařízení.



Obrázek 2.2: Horní strana analyzátoru

## 2.2 Ovládání analyzátoru


Ovládání analyzátoru Amiko X-Finder je znázorněno na obrázku 2.3 a probíhá za pomoci 37 ovládacích tlačítek přímo na samotném přístroji nebo 38 ovládacích tlačítek na jeho dálkovém ovládání, které napájí 3V knoflíková baterie. Tlačítka jsou systematicky rozdělena do pomyslných bloků dle jejich funkce. Nalevo od obrazovky je 6 tlačítek, která označují hlavní funkce měřicího přístroje. Jedná se o tlačítka *FIND*, *ANGLE*, *SPCM*, *SERVICE*, *MEDIA* a *SYSTEM*.

Na spodní straně přístroje mezi dvěma reproduktory je tlačítko *POWER* pro zapnutí a vypnutí přístroje a 5 funkčních tlačítek *F1* až *F5*, která při stisknutí aktivují LED (*Light-Emiting Diode*) diodu pod tlačítkem. Vedle těchto tlačítek se vyskytují 2 další LED diody, z nichž jedna má nápis *CHARGE* a slouží pro nabíjení baterie (svítí pouze v době nabíjení, dokud nemá baterie plnou kapacitu), druhá má nápis *LOCK* a slouží k indikaci signálu. Vedle těchto diod se nachází IR (*Infrared*) senzor, který umožňuje komunikaci mezi přístrojem a dálkovým ovládáním.

Napravo od obrazovky se nachází zbývajících 25 tlačítek. Jedná se především o tlačítka, pomocí kterých se dá pohybovat v menu nebo snadno přepínat mezi kanály, zvyšovat/snižovat hlasitost apod. Tlačítka jsou seřazena do řádků (až 3 tlačítka v řádku). První řádek slouží k nastavení jasu, kontrastu a barev TFT LCD obrazovky. Ve druhém řádku jsou tlačítka *MENU* (otevře nabídku Menu) a *EXIT* (slouží jako krok zpět). Dále následuje blok do kříže formovaných tlačítek, která slouží k přepínání kanálů *CH+/-* nebo ovládání hlasitosti *V+/-*. Uprostřed se nachází tlačítko *OK*,

které potvrzuje jednotlivé volby v nastavení. V případě sledování televizního programu stisk tohoto tlačítka způsobí otevření tzv. *TV-Listu*, kde si lze zobrazit televizní stanice podle různých kritérií. Ve spodní části se nachází tlačítka s číslicemi, která slouží pro pohodlnější přepínání kanálů, případně nastavení číselných údajů. Pod těmito tlačítky se navíc nachází barevně značená tlačítka, kterými se přepíná mezi podrobnějším nastavením, zapínání titulek obrazu, přepnutí zvukové stopy, změna kvality obrazu nebo zobrazení teletextu.



- |  |  |
|--|--|
|  - číselník                                     |  - funkční klávesy            |
|  - přepínání mezi hlavními funkcemi analyzátoru |  - kontrolky funkčních kláves |
|  - ovládání Menu a hlasitosti                   |  |

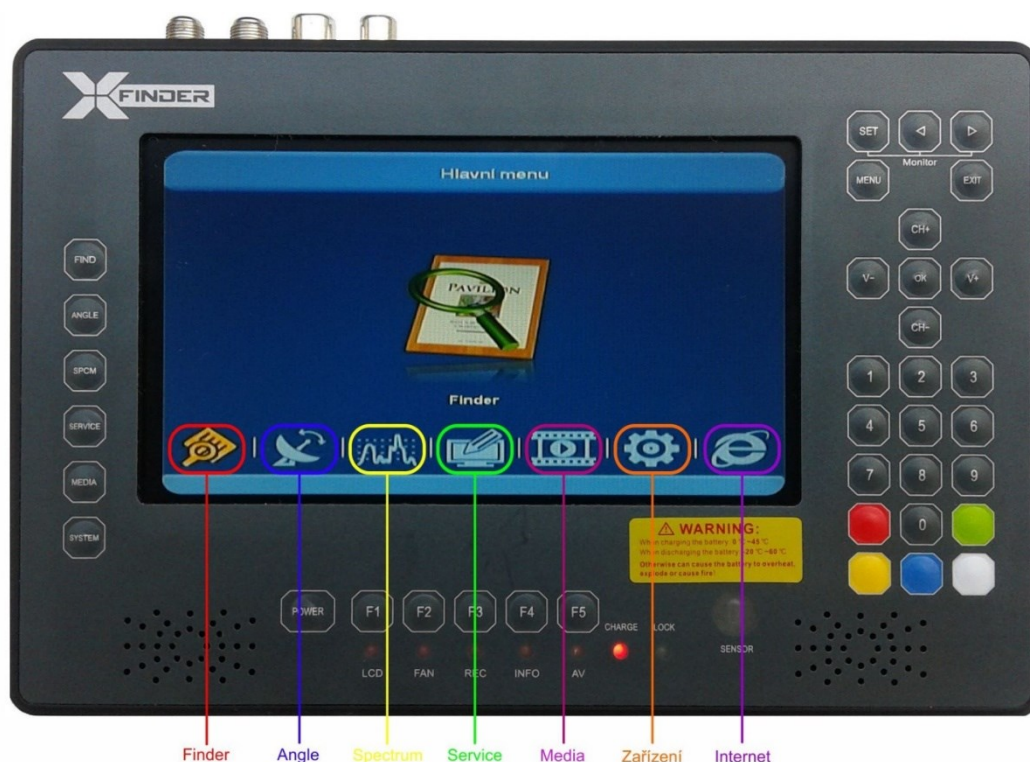
Obrázek 2.3: Ovládací tlačítka analyzátoru

## 2.3 Vlastnosti a využití analyzátoru

Jak již bylo zmíněno v kapitole 2.1, analyzátor je schopen měřit digitální vysílání DVB-T/T2, DVB-S/S2 a DVB-C. Lze jej připojit přes výstup HDMI (nebo kompozitní výstup) k televizoru a využít jej jako STB. Tunery pro příjem signálu mají dobrou citlivost a obraz zůstává bezchybný i tam, kde se na jiných přijímačích rozpadá. Umožňuje uživateli vypočítat elevační úhel a vhodný azimut, pro co nejvyšší dosaženou sílu signálu. S analyzátozem lze taktéž pohodlně měřit i v terénu, a to díky jeho baterii, která má výdrž až 5 hodin. Při aktivním připojení k internetu umí zobrazit informace o počasí ve vybraném místě, zobrazit novinky na oblíbených webových stránkách nebo zobrazit několik režimů map (Google Maps). Podrobnější popis parametrů, vlastností a funkcí analyzátoru je uveden ve vypracovaném a originálním manuálu na CD (*Compact Disc*).

### 3 Funkce a možnosti analyzátoru X-Finder

Do hlavního menu analyzátoru Amiko X-Finder se dostaneme stisknutím tlačítka *MENU*, které se nachází nalevo od obrazovky. Má celkově 7 položek (*Finder*, *Angle*, *Spectrum*, *Service*, *Media*, *Zařízení* a *Internet*). K šesti z nich (vyjma Internetu) se dá zrychleně dostat přes 6 funkčních tlačítek, která jsou umístěny nalevo od obrazovky zařízení. Pohled na hlavní menu lze vidět na obrázku 3.1. K pohybu a výběru položky v menu jsou využívána do kříže poskládaná tlačítka. Pro potvrzení nabídky či položky slouží tlačítko uprostřed (s nápisem OK). Popis nabídek je vždy uveden kurzívou a je přesným opisem názvu funkce z analyzátoru, ačkoli v některých případech se jedná o gramaticky nesprávný výraz.



Obrázek 3.1: Hlavní funkce a jejich tlačítka

#### 3.1 Vyhledávač - Finder

Jedná se o první a zároveň nejdůležitější položku v menu analyzátoru, která se nachází úplně nalevo a je zde uvedena jako „Finder“. Slouží k vyhledání a instalaci satelitního, pozemního či kabelového příjmu.

##### 3.1.1 Satelitní instalace

V analyzátoru je tato nabídka uvedena jako *Satellite Instalace*. Při výběru satelitní instalace se nám naskytne pohled jako na obrázku 3.2. Obrazovka je rozdělena do čtyř částí. Vlevo nahoře se nachází seznam dostupných satelitů, které můžeme upravovat stiskem modrého tlačítka. Vpravo nahoře je další nastavení antény, přepnutí do tohoto okna se provádí stiskem žlutého tlačítka. Dolní okénka už určují samotnou kvalitu přijímaného signálu. Jedná se o hodnoty RF Level (*Radio Frequency*



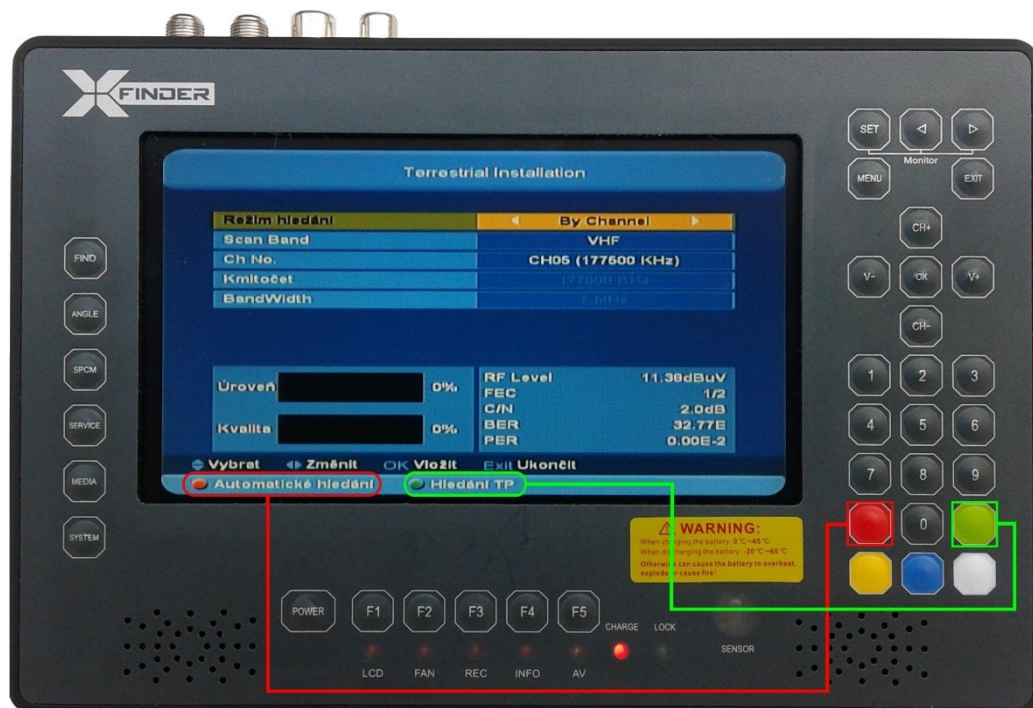
Level), FEC (Forward Error Correction), C/N (Carrier to Noise Ratio), BER (Bit Error rate), MER (Modulation Error rate) a procentuální vyjádření kvality a úrovně signálu udávané analyzátořem. Popis těchto parametrů je uveden v kapitole 4.1.



Obrázek 3.2: *Satelitní instalace*

### 3.1.2 Terestriální instalace

Chceme-li vybrat měření pozemního vysílání, musíme zvolit nabídku *Terrestrial Installation*. Při výběru pozemní instalace je obrazovka rozdělena do třech částí. Stiskem *zeleného tlačítka* se nám zobrazí obrazovka znázorněná obrázkem 3.3. V horní polovině se nastavuje prohledávané pásmo UHF (*Ultra High Frequency*) nebo VHF (*Very High Frequency*) a hledání podle kanálu, příp. podle frekvence. Chceme-li automaticky vyhledat všechny frekvence (příp. kanály), na kterých se nachází televizní signál, stiskneme *červené tlačítko*. Dolní okénka určují samotnou kvalitu přijímaného signálu.



Obrázek 3.3: Terestriální instalace

### 3.1.3 Kabelová instalace

Při výběru kabelové instalace je obrazovka rozdělena do tří částí. Stiskem *zeleného tlačítka* se nám zobrazí pohled jako na obrázku 3.4. V horní polovině obrazovky se nastavují parametry. Chceme-li automaticky vyhledat všechny frekvence, stiskneme *červené tlačítko*.



Obrázek 3.4: Kabelová instalace



### 3.2 Úhel - Angle

Druhá nabídka v menu je *Angle*, pohled na tuto nabídku je znázorněn na obrázku 3.5. Analyzátor nedisponuje GPS (*Global Positioning System*) modulem, ale po ručním zadání zeměpisné délky a šířky měřené lokality je schopen vyhodnotit správný azimut a elevaci antény.



Obrázek 3.5: Funkce Úhel (Angle)

Na prvním řádku se zvolí družice, ze které bude přijímat signál, přičemž společně se změnou družice se mění i řádek druhý, který popisuje zeměpisnou délku družice. Na třetím a dalších řádcích se označuje samotné místo, pro které bude výpočet probíhat. Lze si vybrat přednastavené místo s přednastavenými souřadnicemi. V případě absence místa lze stiskem **červeného tlačítka** přidat místo nové. Po stisknutí volby *Přepočítat* se do dolní poloviny obrazovky napíší vhodné hodnoty pro orientaci, výšku a polarizaci.

### 3.3 Spektrum - Spectrum

Pohled na nabídku Spectrum v hlavním menu analyzátoru si lze prohlédnout na obrázku 3.6. Analyzátor dokáže zobrazit frekvenční spektra v různých rozsazích pro DVB-T2/C nebo DVB-S2. Frekvenční spektrum zobrazuje určité frekvence z pohledu opakování a síly nebo amplitudy. Jedná se o závislost amplitudy vzhledem k frekvenci. Spektrum u satelitního vysílání lze uložit na externí uložisko USB.





Obrázek 3.6: Funkce Spektrum (Spectrum)

### 3.4 Služby - Service

Nabídka Service v hlavním menu zprostředkovává nastavení a uspořádání televizních stanic, rozhraní a slotů. V této nabídce je 6 dalších podnabídek, které jsou rozepsány níže a jsou vyobrazeny na obrázku 3.7.

**Organizace služeb (Organizing Services)** – v této podnabídce se otevře seznam všech kanálů, který lze filtrovat dle různých kritérií (např. podle družice, abecedy, HD). Tlačítka CH+/- se lze v seznamu pohybovat. Při stisku tlačítka V+ dojde k označení nabídky na pravé straně obrazovky, kde lze nastavit konkrétní televizní stanice. Stanice v seznamu lze přesouvat, uzamykat, vymazat, přejmenovat či přeskočit.

**Řazení oblíbených programů (Organizing Favourites)** - tato podnabídka nabízí řazení televizních kanálů do skupin tzv. Fav Group. Při volbě této možnosti se vlevo objeví seznam všech kanálů, napravo kanály obsažené ve Fav Group a uprostřed se nachází volby k přesunu a přejmenování kanálů.

**Seznam kanálů (Channel List)** - nabízí seznam všech kanálů tzv. TV (Television) - List. Stanice zde jdou vyhledávat nebo filtrovat podle oblíbených skupin, družic, abecedy, kvality vysílání (HD) nebo poskytovatele. Při výchozím zobrazení (sledování televizního kanálu v reálném čase) lze tuto funkci vyvolat stiskem tlačítka OK.

**EPG** - elektronický programový průvodce obsahuje širokou škálu informací o televizních pořadech. Svým vyobrazením připomíná klasický papírový televizní program, který je zobrazen na obrazovce, ve kterém lze přepínat mezi různými režimy zobrazení EPG. U některých zařízení lze řadit pořady podle žánru, jména nebo zjednodušeně nastavit časovač pro nahrávání pořadu.

**Základní rozhraní (Common Interface)** - zobrazuje informace o CAM a kartách vložených do slotu, se kterými může uživatel pracovat. Zobrazují se pouze výpisy o slotech CAM. Při vložení CAM nebo karty do slotu se na obrazovce objeví upozornění, že karta byla detekována. Toto upozornění lze vypnout nastavením *CI Message* na *OFF*.

**Nastavení CA (CA Settings)** - obsahuje detailní informace o zařízení vloženém do čtečky modulu. Jedná se především o karty (moduly), které slouží pro sledování zakódovaných programů u satelitního vysílání. Při zapojení se zobrazí informace na obrazovce (lze zrušit přepnutím *CA Message* na *OFF*). Nedojde-li po zapojení k detekci karty či modulu, může být karta chybná nebo nesprávně zapojená.



Obrázek 3.7: Menu služeb

### 3.5 Média - Media

Pátou položkou v menu jsou Media. Jsou určena pro přehrávání a nahrávání videosouborů (podporovány jsou formáty XVID, DIVX, MKV příp. MP3 a titulky). Pohled do tohoto menu je vyobrazen na obrázku 3.8. Není-li zařízení USB zapojeno, je menu neaktivní.





Obrázek 3.8: Menu médií

**Seznam souborů (File List)** – nabídka, ve které je na disku USB k dispozici souborový adresář. Nalevo se nachází samotný adresář. V adresáři je možno listovat, vytvářet složky, mazat, přejmenovávat a přehrávat soubory ve formátu MP3, JPEG, AVI a MKV. Napravo se nachází zmenšená obrazovka, která slouží jako náhled pro přehrávání multimediálních souborů. Zmíněný příklad lze vidět na obrázku 3.9.



Obrázek 3.9: Seznam souborů

**Paměťové informace (Storage Information)** - zobrazí detailní informace o připojeném HDD (*Hard Disk Drive*), uživatel může zkontrolovat stav úložné paměti, formát souborového systému FAT (*File Allocation Table*) nebo NTFS (*New Technology File System*) nebo paměť naformátovat. Stiskem *modrého tlačítka* zde probíhá i změna cílové cesty pro nahrávání souborů (*Record* a *TimeShift*).

**Nastavení PVR (PVR Setting)** – v nastavení PVR (*Personal Video Recorder*) může uživatel povolit nebo zakázat funkci *TimeShift*. Pokud uživatel povolí *Timeshift to Record*, při stisku tlačítka určeného pro nahrávání, se nahrají i soubory zaznamenané v časovém posunu. Analyzátor nahrává soubory kódovaně a lze si vybrat ze dvou formátů. Pokud bude zvolen formát TS (*Transport Stream*), uživatel bude moci přehrávat nahrané záznamy i na počítači. Pokud je funkce *TimeShift* vypnuta, uživatel může nastavit interval pro uspaní HDD (*Hard-Disk Drive*) při nečinnosti.

**Rychlostní test USB (USB Speed Test)** - otestuje zapojené zařízení přes USB, zda je vhodné pro funkce *Record* a *TimeShift*. Testování uživatel spustí stiskem *červeného tlačítka*. Po dokončení testování se zobrazí přenosová rychlost a napíše se vyhodnocení, zda zařízení podporuje funkci *Record* či *TimeShift*.

**Bezpečně odebrat USB zařízení (Remove USB Device Safely!)** - před odpojením disku USB je doporučeno bezpečně odpojit zařízení pomocí této položky (stejně jako například v počítačovém systému Windows).

### 3.6 Zařízení - System

Zde si uživatel může zobrazit informace o analyzátoru. Zjistit, kdy byl naposledy aktualizován (příp. software aktualizovat či vrátit analyzátor do továrního nastavení, aj.). Pohled na tuto nabídku menu je znázorněn obrázkem 3.10. Detailní rozpis těchto nabídek, včetně doprovodných obrázků, je uveden v příloženém uživatelském manuálu (kapitola 8) na CD.



Obrázek 3.10: Menu zařízení

**Informace (Information)** – zobrazí o analyzátoru následující informace: ID (*Identification*) modelu, S/W (*Software*) verzi, H/W (*Hardware*) verzi, načtenou verzi, datum poslední aktualizace, SN (*Serial Number*), ID čipu a verzi panelu. Jedná se pouze o informace analyzátoru, nikoli jeho popis. Podrobný popis je uveden v originálním manuálu, který je přiložen na CD.

**Informace o stavu baterie (Battery Information)** - zobrazí stav baterie. Vlevo je grafické znázornění nabitě kapacity baterie a vpravo je napsán její procentuální stav. Dále tato podnabídka umožňuje zapnutí/vypnutí zobrazení kapacity baterie na obrazovce a zapnutí/vypnutí upozornění na nízký stav kapacity baterie.

**Základní nastavení (Default Setting)** - zde se nachází pouze tři možnosti. První je *Základní hodnota*, pokud uživatel zvolí tuto volbu, bude požádán o vložení hesla. Poté se zobrazí varovná zpráva, že dojde k výchozímu nastavení analyzátoru a smazání všech přidáných kanálů (v podstatě se jedná o kombinaci druhé a třetí možnosti). Uživatel to může buď potvrdit, nebo operaci zrušit. Druhou možností je *Vymazat všechny kanály*, ta způsobí vymazání všech přidáných kanálů na všech tunelech (před smazáním se objeví potvrzovací hláška). A poslední možností je *Save default value*, která nastaví databázi analyzátoru do výchozích dat.

**Aktualizace softwaru (Software Upgrade)** – zde může uživatel provést aktualizaci softwaru analyzátoru. Aktualizaci lze provést dvěma způsoby. První je aktualizace přes RS232 a druhá přes USB. Třetí možnost zahrnuje zálohovat aktuální verzi softwaru na USB zařízení.

**Jazyk (Language)** - provádí veškerá jazyková nastavení. Všechna tato nastavení obsahují mimo jiné i jazyk český, ale při užívání analyzátoru si nelze nevšimnout, že není vše zcela přeloženo. Jazyková nastavení lze provést pro menu, primární a sekundární zvuk, EPG, titulky a teletext.

**Nastavení A/V (A/V Control)** – zde se provádí nastavení obrazu a zvuku. V první nabídce, s nápisem *Režim zobrazení*, se nastavuje kvalita obrazu. Chce-li uživatel toto nastavení provádět automaticky, musí zvolit volbu *Zvuk* (z důvodu špatného překladu). Ve druhé nabídce *Režim vzhledu* uživatel nastavuje poměr stran (16:9 nebo 4:3), pro automatickou volbu slouží opět volba *Zvuk*. Třetí nabídka *Výstup obrazu* umožňuje nastavit metodu přenášení obrazu CVBS (*Color Video Blanc Sync*) nebo RGB (*Red-Green-Blue*). Čtvrtou a poslední nabídkou je *Digital Audio Out*, která nastavuje metodu výstupního zvuku.

**Nastavení času (Time Setting)** – má na starosti nastavení časových údajů. Analyzátor umožňuje automatické nastavení času, které je vysíláno společně s televizním signálem. Čas lze nastavit také manuálně. Uživatel zde může také zapnout nebo vypnout letní režim.

**Časovač (Timer)** – umožňuje nastavit časovač pro nahrávání pořadů. Pro nahrávání vybraného pořadu je zapotřebí nastavit číslo časovače a zapnout daný režim. Následně je nutné určit službu nahrávání, kanál a závěrem datum a čas nahrávání. Poslední možností je usnutí přístroje po dokončení nahrávání.

**Konstelační diagram (Constellation)** - u satelitního příjmu je analyzátor schopen zobrazit konstelační diagram. Nalevo je zobrazen samotný konstelační diagram použité modulace, vpravo nahoře se nachází nastavení kmitočtu, přenosové rychlosti a polarizace. Vykreslování diagramu započne stisknutím položky *Start*. Pod tímto nastavením se zobrazují naměřené parametry (RF Level, FEC, C/N a BER hodnoty). Příklad zmíněného diagramu je zobrazen obrázkem 3.11.





Obrázek 3.11: *Konstelační diagram*

**Různá nastavení (Miscellaneous Settings)** - zde se nastavuje, zda se bude frekvenční spektrum vykreslovat s využitím jednotky dBm nebo dB $\mu$ V.

**Rodičovský zámek (Parental Control)** - po zadání správného hesla se zobrazí tzv. rodičovský zámek, který umožňuje uzamknout menu a kanály, aby nemohlo dojít k nechtěnému přenastavení přístroje.

### 3.7 Internet

Zde se nachází všechny možnosti, které jsou spjaté s internetem, včetně aktualizace softwaru online. Pohled na toto menu si lze prohlédnout na obrázku 3.12.



Obrázek 3.12: *Menu internet*

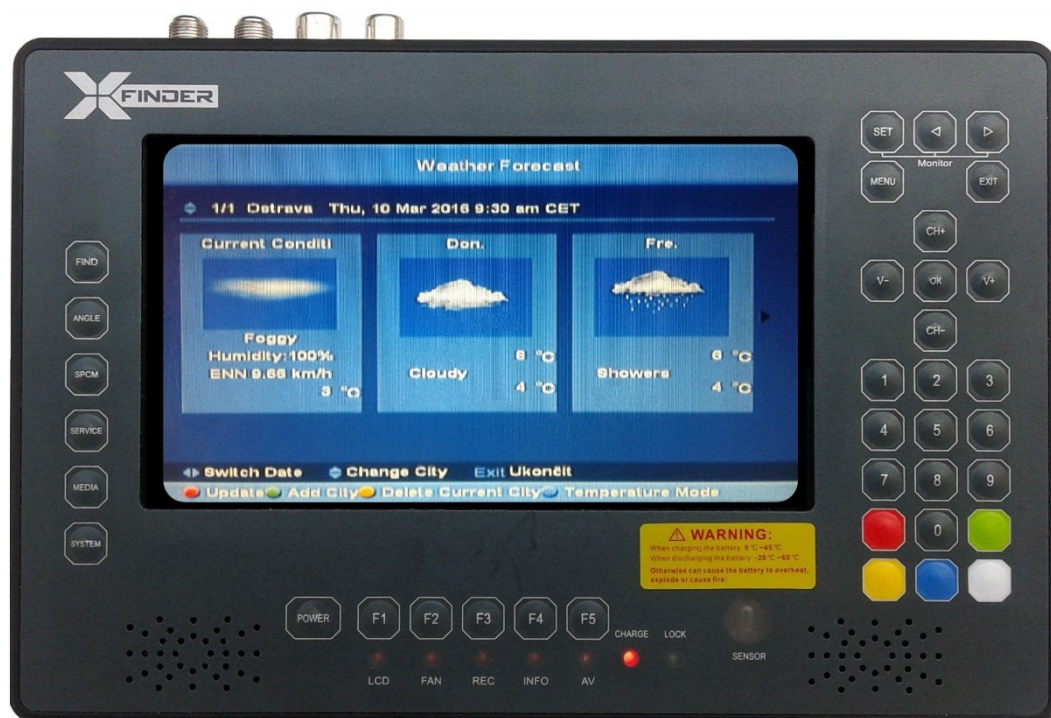
**Lokální síťová nastavení (Network Local Setting)** - zde uživatel nastavuje parametry pro připojení k internetu. Analyzátor se může připojit k internetu pomocí kabelu nebo WiFi. Pro připojení přes WiFi je potřeba mít doplněk zvaný WiFi Dongle, který se připojuje do portu USB. Dále se pak už nastavují parametry jako je IP adresa, maska, výchozí brána a DNS. Nejlehčí volbou je však nastavení pomocí DHCP, kdy se vše nastaví automaticky. Ovšem tento způsob přidělování adres musí být podporován zařízením, ke kterému analyzátor připojujeme.

**Aktualizace pomocí http (Http Upgrade)** - po připojení k internetu umožňuje manuální nebo automatickou aktualizaci softwaru analyzátoru pomocí externího serveru. Pokud se na externím serveru nenachází žádná aktualizace, pak k ní nedojde.

**Aktualizace pomocí FTP (Ftp Upgrade)** - po připojení k internetu umožňuje manuální nebo automatickou aktualizaci softwaru analyzátoru pomocí FTP (*File Transfer Protocol*). Pokud není na FTP serveru dostupná, k aktualizaci nedojde.

**FTP** – při internetovém připojení umožňuje spojení s FTP serverem, na kterém mohou být uloženy audio/video soubory, apod.

**Předpověď počasí (Weather Forecast)** - při prvním spuštění této nabídky musíme stiskem *zeleného tlačítka* přidat město, na které chceme znát aktuální předpověď počasí. Po zadání města (v tomto případě Ostrava) se uživateli naskytne pohled na obrazovku znázorněný obrázkem 3.13. Posunutím obrazovky vpravo si lze zobrazit i předpověď pro následující dny.



Obrázek 3.13: Zobrazení počasí v Ostravě

**RSS čtečka (RSS Reader)** - analyzátor disponuje také tzv. RSS (*Rich Site Summary*) čtečkou, která slouží ke stahování novinek z webů. Jednoduše lze říci, že pravidelně skenuje obsah zadaných webů (články na webu), zda nedošlo ke změnám. Pokud ano, zobrazí nám je. Uživatel tak nemusí stále hlídat jednotlivé weby a přesto může zůstat v centru dění. Předem definované kanály jsou pouze novinky na zahraničním portálu Yahoo [37], můžeme si však přidat vlastní zdroj kanálu např. České noviny [31].

**Internetová média (Net Media)** - tato služba poskytuje sledování videí prostřednictvím internetu na analyzátoru (např.: Youtube [38]).



**Mapy Google (Google Maps)** - prostřednictvím internetu je analyzátor schopen zobrazit celkově čtyři typy map. Jedná se o mapu terénovou, silniční, satelitní a hybridní. Dále pak uživatel vybere světadíl,

zemi a město, které chce na mapě zobrazit. Výběrem *Begin* se mapa zobrazí. Ve výběru země není zahrnuta Česká republika, takže nejsou k výběru ani česká města, z čehož vyplývá, že k výběru nejsou ani česká města. Nicméně pomocí tlačítka *F3*, které umožňuje vyhledávání na mapě, lze snadno některé z českých měst najít. Vyhledání Ostravy na hybridní mapě je znázorněno obrázkem 3.14.



Obrázek 3.14: Ostrava v mapách Google

## 4 Praktické měření analyzátozem X-Finder

### 4.1 Popis měřených parametrů

V této podkapitole jsou popsány základní parametry a jejich mezní hodnoty, které analyzátoz dokáže změřit. Z důvodu, že pro každý standard jsou jiné mezní hodnoty těchto parametrů, je zde popsán pouze obecný popis parametrů. Mezní hodnoty měřených parametrů jsou uvedeny v podkapitolách 4.2.4, 4.3.4 a 4.4.4, a to vždy u měření konkrétního standardu.

**Procentuální úroveň** - jedná se o procentuální hodnotu úrovně signálu, kterou indikuje analyzátoz.

**Procentuální kvalita** - jedná se o procentuální hodnotu kvality přijímaného signálu udávanou analyzátozem.

**RF Level** (*Radio Frequency Level*) - označuje úroveň přijímaného signálu. Je to hlavní parametr u jakéhokoli rádiového spojení. Tato hodnota vychází z porovnávání výstupní úrovně signálu k úrovni vstupní. Jednotkou tohoto parametru je dBμV, která vztahuje decibel na jeden mikrovolt.

**FEC** (*Forward Error Correction*) - označuje dopřednou chybovou korekci. Tato hodnota bývá udávána ve zlomkovém tvaru např. 3/4. V praxi to znamená, že pro každé odeslané 3 bity, je přidán čtvrtý bit, který je určen pro případnou korekci.

**C/N** (*Carrier to Noise Ratio*) - poměr nosné k šumu. Jeho hodnota je udávána jako rozdíl, proto má jednotku dB. Decibel je logaritmická hodnota běžně využívána k vyjádření rozdílu v úrovni signálů. Pokud by byla hodnota menší než poměr 1, jednalo by se o indikaci více šumu než signálu. Čím je tato hodnota vyšší, tím je obraz kvalitnější.

**BER** (*Bit Error Rate*) - je hodnota bitové chybovosti, která určuje kvalitu komunikačního kanálu. Označuje poměr chybně přijatých bitů k celkovému počtu přijatých bitů. [23]

**PER** (*Packet Error Rate*) - v překladu paketová chybovost. Jedná se o vyjádření chybně přenesených paketů k celkovému počtu přenesených paketů. Za chybné pakety se označují ty, které obsahují chyby, nedojdou včas do cíle nebo se daný paket přijme vícekrát.

**MER** (*Modulation Error Rate*) – udává hodnotu modulační chybovosti v jednotkách dB. U QPSK modulace by se tato hodnota měla pohybovat v rozmezí 7-12 dB.

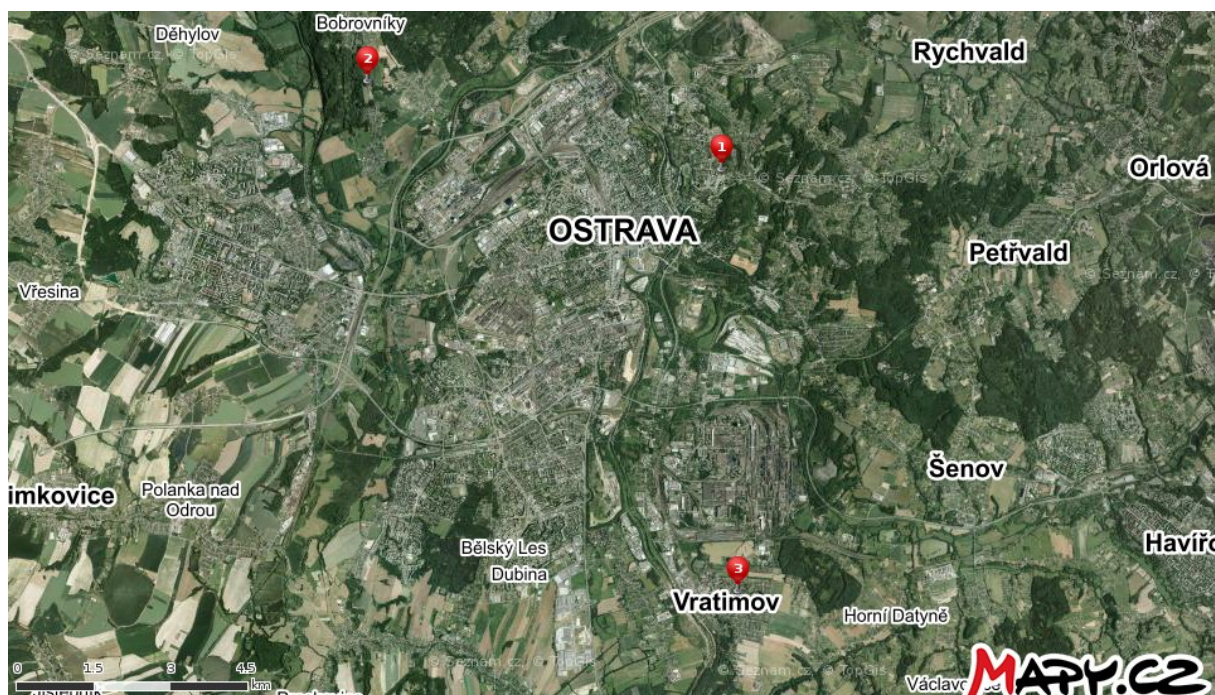
### 4.2 Měření pozemního televizního signálu

#### 4.2.1 Popis měření

Cílem tohoto měření je otestovat příjem pozemního digitálního televizního signálu na analyzátozu Amiko X-Finder. Místo měření se nachází ve Vratimově (ulice Osadnická) dne 1. 4. 2017, bylo slunečno, teplota byla přibližně 17°C. Měření probíhalo s využitím venkovní dvouramenné širokopásmové směrové antény pro příjem UHF pásma, umístěné na střeše dvojdomku ve výšce asi 10 m. Měřenou anténu si lze prohlédnout na obrázku 4.1. Místo měření je zobrazeno na mapě vyskytující se na obrázku 4.2, kde jsou znázorněny také vysílače. Bod číslo jedna označuje vysílač Lanová, bod 2 značí vysílač v Hošťálkovicích a bod 3 samotné místo měření.



Obrázek 4.1: Širokopásmová anténa pro příjem UHF pásma

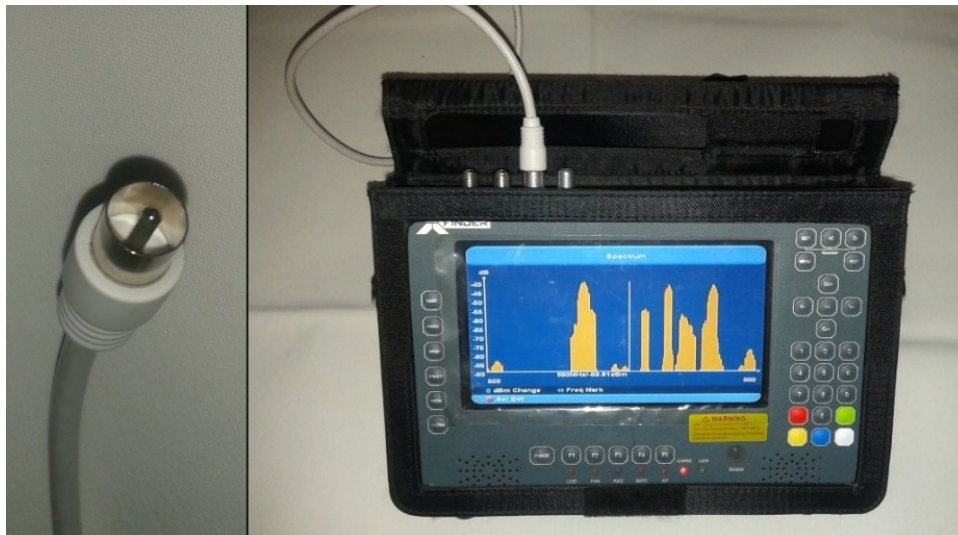


Obrázek 4.2: Lokalita měření pozemního signálu [20]



#### 4.2.2 Postup měření

Pro šíření pozemního televizního vysílání se používá pro propojení antény s televizorem koaxiální kabel, jehož konektor je znázorněn vlevo na obrázku 4.3. Po propojení antény a vstupu RF IN koaxiálním kabelem je vše připraveno k samotnému měření.



Obrázek 4.3: Koaxiální kabel a jeho zapojení do analyzátoru

#### 4.2.3 Naměřené hodnoty

V tabulce 4.1 jsou popsány parametry vysílačů, ze kterých jsme přijímali signál pro první čtyři multiplexní sítě (Multiplex, někdy také označováno jako MUX) a regionální síť 8 (RS 8). První řádek udává názvy sítí, druhý lokalitu vysílače, třetí a čtvrtý řádek udává, na kterém kanálu a frekvenci daná síť vysílá, v pátém je uveden vyzářený výkon na vysílači, na šestém řádku se nachází polarizace, sedmý a osmý označuje souřadnice vysílačů a v posledním devátém řádku je nadmořská výška vysílače.

Tabulka 4.1: Parametry vysílačů měřených sítí [28]/[35]

Síť	Multiplex 1	Multiplex 2	Multiplex 3	Multiplex 4	Regionální síť 8
Lokalita	Hošťálkovice	Hošťálkovice	Hošťálkovice	Lanová	Hošťálkovice
Vysílací kanál	54	37	48	45	50
Frekvence [MHz]	738	602	690	666	706
Vyzářený výkon	100	100	100	10	2
Polarizace	H	H	H	H	H
Východní délka	18°12'45"	18°12'45"	18°12'45"	18°18'32"	18°12'45"
Severní šířka	49°51'41"	49°51'41"	49°51'41"	49°50'44"	49°51'41"
Nadmořská výška [m]	287	287	287	359	287

Tabulka 4.2 popisuje naměřené hodnoty multiplexních a regionálních sítí udávané analyzátozem pro všechny nalezené kmitočty (kanály) daných multiplexních či regionálních sítí. Na prvním řádku jsou napsány názvy měřených sítí. Druhý a třetí řádek popisuje vysílací kanál a frekvenci sítě. Ostatní řádky obsahují samotné naměřené hodnoty. Na šestém řádku je úroveň přijímaného signálu (uváděno v dBm), sedmý řádek je hodnota FEC, osmý označuje velikost odstupe nosné od šumu. Poté následují poslední

řádky BER a PER, které vyjadřují bitovou a paketovou chybovost. Všechny parametry uváděné v tabulce jsou popsány v kapitole 4.1.

Tabulka 4.2: *Naměřené parametry MUX a RS sítě*

Sít'	Multiplex 1	Multiplex 2	Multiplex 3	Multiplex 4	Regionální sít' 8
Kanál	54	37	48	45	50
Frekvence [MHz]	738	602	690	666	706
Úroveň [%]	99	99	99	85	78
Kvalita [%]	84	84	84	54	84
RF Level [dBμV]	73,00	75,75	72,62	60,25	56,50
FEC	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2
C/N [dB]	33,46	33,45	33,46	26,47	33,14
BER	0,00E-5	0,00E-5	0,00E-5	0,00E-5	0,00E-5
PER	0,00E-2	0,00E-2	0,00E-2	0,00E-2	0,00E-2

Multiplex (MUX) – multiplexní sít', RS – regionální sít'

Na obrázku 4.4 se nachází pohled na obrazovku analyzátořu při měření multiplexní sítě 1. Byl zvolen režim hledání podle kanálu v UHF pásmu, kde jsme nastavili kanál 54, tedy frekvenci 738 MHz. V dolní části obrazovky jsou znázorněny naměřené parametry pro multiplexní sít' 1.

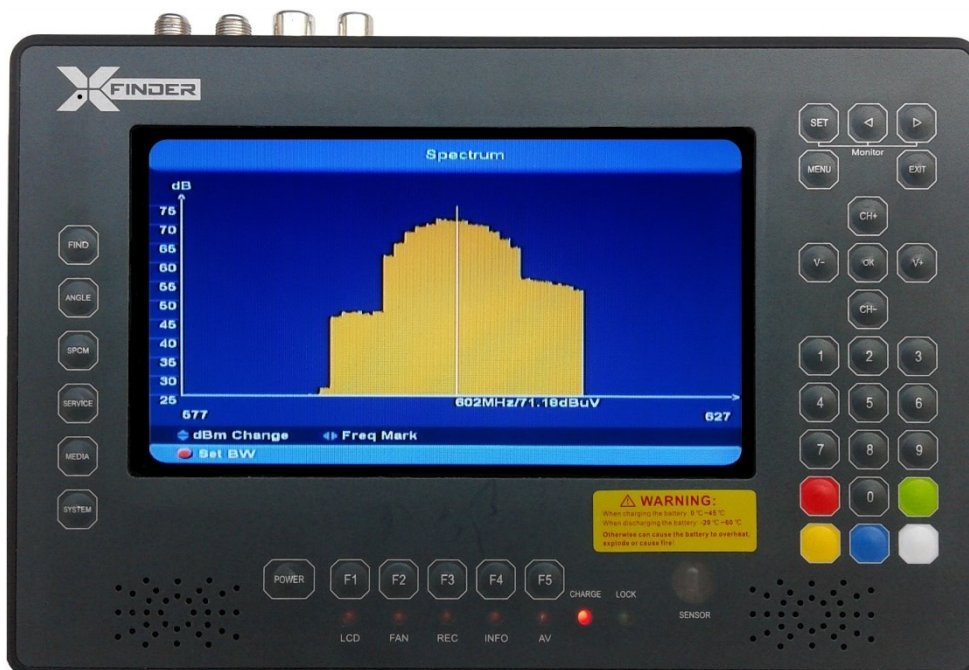


Obrázek 4.4: *Naměřené parametry MUX 1*

Na obrázku 4.5 je znázorněno frekvenční spektrum společně s vyznačenými multiplexními a regionálními sítěmi, jejichž měření jsme prováděli. Analyzátoř vykreslil spektrum o šířce 300 MHz, kde počáteční hodnota byla 550 MHz a koncová 850 MHz. Na obrázku 4.6 je znázorněn detail spektra, konkrétně multiplexu 2, vykresleno pásmo 50 MHz, kde počínající frekvence je 577 MHz. Ostatní naměřené parametry a vykreslení frekvenčních spekter jsou k nahlédnutí v příloze A.



Obrázek 4.5: Frekvenční spektrum včetně vyznačení měřených sítí



Obrázek 4.6: Detailní frekvenční spektrum sítě MUX 2



#### 4.2.4 Zhodnocení měření

Při příjmu digitálního pozemního televizního vysílání jsou stanice skládány do tzv. multiplexů, které využívají šířku přenosového kanálu 8MHz a mají schopnost přenášet více programů na jednom kmítočtu. Při HD vysílání je možné do této multiplexní sítě poskládat maximálně 4 programy. Na více programů ve zmíněné kvalitě už není dostatečně velké frekvenční spektrum.

Naměřené hodnoty na multiplexních a regionálních sítích se pohybovaly v udávaných mezních hodnotách. Ideální rozpětí úrovně signálu je mezi 40-60 (někdy uváděno 45-65) dBμV. Tento předpoklad byl splněn pouze v multiplexní síti 4 (50,25 dBμV) a regionální síti 8 (56,5 dBμV). Avšak i u ostatních měřených sítí byl příjem kvalitní a nedocházelo k rozpadům obrazu. V případě, že by úroveň signálu byla vyšší než uváděné meze, vstupní přijímač by se mohl zahltit. V opačném případě, nelze zaručit příjem digitálního televizního vysílání. Hodnoty bitové a paketové chybovosti byly u všech totožné a v příslušných mezích. Odstupy nosná/šum (C/N) splnily předpoklady kvalitního příjmu a byly téměř u všech měřených sítí vyšší než 30 dB. Výjimkou byla multiplexní síť 4, kde hodnota dosahovala pouhých 26,47dB, ačkoli při sledování vysílání nijak neprojevoilo. [15][24][26]

### 4.3 Měření satelitního televizního signálu

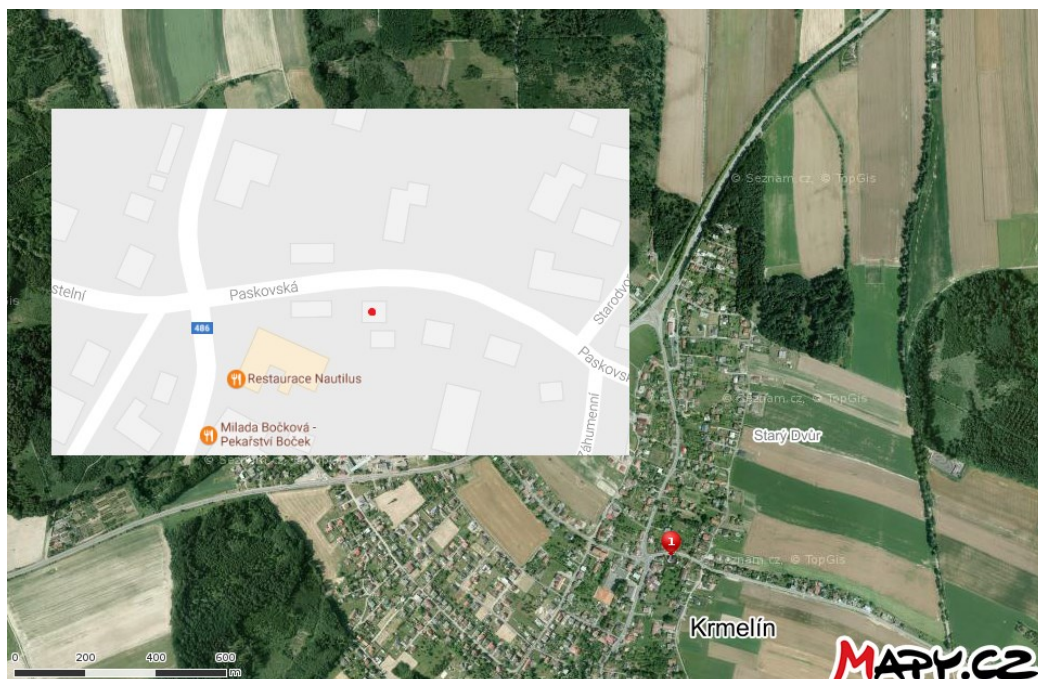
#### 4.3.1 Popis měření

Cílem tohoto měření byl příjem satelitního digitálního televizního signálu na analyzátozu Amiko X-Finder. Měření probíhalo s využitím offsetové parabolické antény o průměru 60 cm, která je vyobrazena na obrázku 4.7.



Obrázek 4.7: *Parabolická anténa 60 cm*

Místo měření se nachází v obci Krmelín dne 25. 3. 2017, přičemž přesné místo měření je zobrazeno bodem číslo 1 v mapě a také v přiblížené verzi, kde je vyznačeno červenou tečkou na obrázku 4.8. Počasí v tento den bylo polojasné a bez srážek. Průměrná denní teplota byla 12°C. Anténa je umístěna na střeše rodinného domku 10 m nad zemí. Proměřena byla družice Astra 3B 23,5°E, která je u nás nejrozšířenější pro příjem českých programů.



Obrázek 4.8: Lokalita měření satelitního televizního vysílání [21]

#### 4.3.2 Postup měření

Měření bylo prováděno v rodinném domě. Před měřením jsme zjistili souřadnice místa měření a provedli výpočet elevace, azimutu a polarizace LNB, jak lze vidět na obrázku 4.9. V tabulce 4.3 je srovnání výpočtů těchto parametrů s webovou stránkou dishpointer.com [32], která je alternativou pro výpočet správného natočení parabolické antény a konvertoru. Při měření jsme propojili konektor na analyzátoru LNB IN s parabolickou anténou, šroubovacím koaxiálním kabelem. Po zapnutí analyzátoru jsme zvolili *Satelitní instalaci* a vyhledali nejrozšířenější družici v České republice Astru 3B 23,5°E.



Obrázek 4.9: Vypočítaný směr k družici Astra 23,5°E



Tabulka 4.3: Srovnání parametru pro nastavení paraboly a LNB

Zdroj	Elevace [°]	Azimut [°]	Polarizace [°]
Analyzátoz X-Finder	173,1	32,82	4,44
dishpointer.com	173,1	32,8	3,1

#### 4.3.3 Naměřené hodnoty

V tabulce 4.4 jsou zapsány parametry družice Astra 3B 23,5°E, na které bylo prováděno měření. Pro ověření pravosti výsledků je taktěž přiložená vyfotografována obrazovka při měření, a to na obrázku 4.10. Konstelační diagram a spektrum tohoto kmitočtu a družice jsou součástí přílohy B.

Tabulka 4.4: Naměřené parametry družice Astra 3B 23,5°E

Parametry	Astra 3B 23,5°E
Norma	DVB-S
Kmitočet [MHz]	12 070
Modulace	QPSK
Polarizace	H
Symbol rate	27 500
Úroveň [%]	95
Kvalita [%]	75
RF Level [dBμV]	89
FEC	3/4
C/N [dB]	9,8
BER	0,00E-7
MER [dB]	9,1



Obrázek 4.10: Naměřené parametry družice Astra 23,5°E

#### 4.3.4 Zhodnocení měření

Při měření satelitního vysílání je užitečná funkce *Angle* (neboli Úhel), která je blíže rozepsána v kapitole 3.2 a v příloženém manuálu na CD. Výpočet byl shodný s výpočtem na webové stránce dishpointer.com. Lišily se pouze hodnoty polarizace LNB, kdy analyzátor udává hodnotu  $4,44^\circ$  a dishpointer.com hodnotu  $3,1^\circ$ . Rozdílnost těchto hodnot je způsobena zaokrouhlováním při zadávání souřadnic do analyzátoru, což je dáno tím, že do souřadnic lze zapsat pouze dvě desetinná místa, zatímco dishpointer.com počítá s celými souřadnicemi bez zaokrouhlování.

Hodnoty úrovně by se měly ideálně pohybovat v rozmezí 62-80 dB $\mu$ V, ale v normě jsou také hodnoty 55-90 dB $\mu$ V, jelikož se nejedná o razantní překročení ideálního rozmezí. Při měření DVB-S bylo dosaženo téměř okrajové hodnoty 89 dB $\mu$ V. Hodnota C/N by se měla pohybovat u QPSK modulace mezi 7-12dB. Tento předpoklad byl splněn, jelikož naměřená hodnota činila 9,8 dB. Aby byl možný jakýkoliv příjem signálu, musí být hodnota bitové chybovosti BER menší než  $0,00E^{-3}$ . Ideální hodnotou je  $0,00E^{-9}$ . Při měření byla dosažena hodnota  $0,00E^{-7}$ , což je dostačující pro velmi dobrý příjem obrazu. Hodnota chybovosti modulace MER je uváděna pro FEC 3/4 mezi 10-13 dB. Při měření bylo dosaženo pouze hodnoty 9,1 dB, ale k rozpadu obrazové synchronizace nedocházelo.

### 4.4 Měření kabelového televizního signálu

#### 4.4.1 Popis měření

Cílem tohoto měření bylo otestovat příjem digitálního kabelového televizního vysílání. Měření probíhalo dne 4. 4. 2017 v centru města Ostravy, kde kabelové vysílání poskytuje společnost UPC. Signál je do objektů přiváděn zemním koaxiálním kabelem. V panelovém domě se rozvodná skříň nachází ve sklepě, kde dochází k zesílení signálu a k rozvodu do účastnických zásuvek. V místě měření se nacházela zásuvka, která je na obrázku 4.11. Účastnická zásuvka disponuje třemi konektory. První konektor se nachází nahoře a slouží k příjmu internetu. Druhý konektor nalevo slouží k příjmu televizního signálu. Poslední konektor slouží pro připojení rádia k rádiovému signálu.

#### 4.4.2 Postup měření

Měření proběhlo v panelovém domě, ve kterém je dostupný digitální kabelový příjem televizního vysílání. Koaxiální kabely, kterými je kabelová televize rozvedena infrastrukturou panelových domů, jsou v bytech zakončeny účastnickými zásuvkami. Obvykle má zásuvka výstupy pro příjem rádia, televize a internetu. Při měření byl propojen výstup televizního vysílání se vstupem na analyzátoru prostřednictvím koaxiálního kabelu. Po zapnutí analyzátoru jsme zvolili *Kabelovou instalaci* a vyhledali všechny dostupné kanály.



Obrázek 4.11: Účastnická zásuvka pro příjem DVB-C

#### 4.4.3 Naměřené hodnoty

Po vyhledání všech dostupných televizních stanic jsme výsledky zaznamenali a zpracovali do tabulky 4.5, jejíž hodnoty jsou podloženy výstupem z analyzátoru v příloze C. Všechny nalezené televizní programy jsou vysílány v kódování 64 QAM. Na obrázku 4.12 je pohled na obrazovku analyzátoru při měření kmitočtu 754 MHz. Na kmitočtu 754 MHz se nachází multiplexní síť 15, kde se vysílají tyto televizní kanály: HD+, Relax, Brno TV, Fashion TV, Regionalnitatevize.cz, Šlágr TV.

Tabulka 4.5: Nalezené MUX sítě kabelové příjmu

Síť	Kmitočet [MHz]	Symbol rate	RF Level [dBμV]	FEC	C/N [dB]	BER	PER
<b>MUX 7</b>	634	6900	51,63	1/2	30	0,00E <sup>-5</sup>	0,00E <sup>-2</sup>
<b>MUX 19</b>	650	6900	61	1/2	30	0,00E <sup>-5</sup>	0,00E <sup>-2</sup>
<b>MUX 1</b>	658	6900	61,25	1/2	29,19	0,00E <sup>-5</sup>	0,00E <sup>-2</sup>
<b>MUX 2</b>	666	6900	61,38	1/2	29,4	0,00E <sup>-5</sup>	0,00E <sup>-2</sup>
<b>MUX 4</b>	682	6900	63,25	1/2	30,79	0,00E <sup>-5</sup>	0,00E <sup>-2</sup>
<b>MUX 5</b>	690	6900	63,75	1/2	29,91	0,00E <sup>-5</sup>	0,00E <sup>-2</sup>
<b>MUX 8</b>	698	6900	63,38	1/2	30,41	0,00E <sup>-5</sup>	0,00E <sup>-2</sup>
<b>MUX 10</b>	714	6900	61,53	1/2	30	0,00E <sup>-5</sup>	0,00E <sup>-2</sup>
<b>MUX 11</b>	722	6900	61,13	1/2	29,73	0,00E <sup>-5</sup>	0,00E <sup>-2</sup>
<b>MUX 12</b>	730	6900	61	1/2	30	0,00E <sup>-5</sup>	0,00E <sup>-2</sup>
<b>MUX 13</b>	738	6900	62,63	1/2	28,98	0,00E <sup>-5</sup>	0,00E <sup>-2</sup>
<b>MUX 15</b>	754	6900	61,38	1/2	30	0,00E <sup>-5</sup>	0,00E <sup>-2</sup>
<b>MUX 17</b>	770	6900	59,25	1/2	28,92	0,00E <sup>-5</sup>	0,00E <sup>-2</sup>
<b>MUX 20</b>	778	6900	58,5	1/2	28,57	0,00E <sup>-5</sup>	0,00E <sup>-2</sup>

MUX - Multiplexní síť



Obrázek 4.12: Naměřené parametry MUX 15

#### 4.4.4 Zhodnocení měření

Na analyzátořu proběhlo proměření všech multiplexních sítí v modulaci 64 QAM. U měření standardu DVB-C se doporučují hodnoty úrovně signálu mezi 50-80 dB $\mu$ V. U všech měřených multiplexních sítí byl tento předpoklad splněn. Nejmenší hodnotu úrovně měla multiplexní síť 7, a to 51,63 dB $\mu$ V. Navzdory tomu byl obraz stále kvalitní a k rozpadům obrazu nedocházelo. Hodnota C/N by při kvalitním příjmu neměla klesnout pod hodnotu 26 dB. Čím větší je hodnota C/N, tím je příjem kvalitnější. Tato podmínka byla taktěž splněna. Nejhorší hodnotu C/N vykazovala multiplexní síť 20 (28,63 dB), naopak nejlepší hodnotu vykazovala multiplexní síť 4 (30,79 dB). Hodnoty bitové a paketové chybovosti byly u všech totožné a v příslušných mezích.

## Závěr

Téma této bakalářské práce bylo měření digitálního televizního vysílání s využitím analyzátoru X-Finder. Práce byla rozdělena na část teoretickou a část praktickou. V teoretické části byly definovány vybrané způsoby příjmu digitálního televizního vysílání v České republice a také zde byl popsán analyzátor Amiko X-Finder včetně jeho vlastností a funkcí. Poté následovala část praktická, která byla zaměřená na samotné měření příjmu pozemního, satelitního a kabelového digitálního televizního vysílání, a to právě za pomoci zmíněného analyzátoru. U každého typu vysílání byl nejprve proveden popis místa měření a nastíněny okolnosti, za kterých bylo měření prováděno. Poté se již přistoupilo k samotnému měření, kde výstupem byly získané hodnoty, které byly nadále interpretovány. Součástí bakalářské práce byl rovněž vypracovaný uživatelský manuál pro práci s analyzátozem Amiko X-Finder a dvě vzorové úlohy určené pro studenty, prostřednictvím kterých by studenti měli snáze pochopit problematiku měření příjmu digitálního televizního vysílání.

Cílem této bakalářské práce bylo popsat způsoby příjmu digitálního televizního vysílání a deskripce analyzátoru Amiko X-Finder, včetně definování jeho výhod a nevýhod. Za cíl práce bylo taktéž stanoveno, použít zmíněný analyzátor pro praktické měření pozemního, satelitního a kabelového příjmu digitálního televizního signálu.

Z odborných publikací bylo zjištěno, že by se ideální hodnoty pro úroveň signálu DVB-T měly pohybovat v rozmezí 40-65 dB $\mu$ V. Avšak během našeho měření většina naměřených hodnot toto rozmezí přesahovala. Nicméně přesah nebyl natolik razantní, aby způsobil zahlcení přijímače. Zároveň je zapotřebí u DVB-T dodržet, aby parametr C/N (odstup nosná/šum) neklesla pod hodnotu 30 dB, což v našem případě bylo splněno téměř u všech měřených sítí vyjma multiplexní sítě 4, kde hodnota činila pouze 26,47 dB. Avšak i přes tuto zjištěnou skutečnost neměla nižší hodnota veličiny zásadní vliv na kvalitu obrazu.

Pro ideální úroveň signálu digitálního satelitního příjmu jsou udávány hodnoty mezi 62-80 dB $\mu$ V. Je však nutné dodat, že hodnoty mezi 55-90 dB $\mu$ V jsou v praxi rovněž tolerovány. V případě našeho měření jsme naměřili hodnotu úrovně signálu 89 dB $\mu$ V. Naměřená hodnota sice ideální mez překračuje, ale stále se nachází v tolerovatelném rozmezí. Při měření parametru C/N výsledná hodnota činila 9,7 dB, přičemž za ideální hodnoty jsou považovány hodnoty v rozmezí 7-12 dB, z čehož vyplývá, že naměřená hodnota podmínku ideálu splnila. Co se týče veličiny BER, je podle odborných publikací zapotřebí naměřit alespoň 0,00E-3, což je hraniční hodnota pro příjem signálu. Za ideální hodnotu je považováno 0,00E-9, přičemž v našem případě bylo dosaženo hodnoty 0,00E-7. Tato naměřená hodnota nás vede k závěru, že naměřený údaj je pro kvalitu signálu velmi pozitivní. U parametru MER byla naměřena hodnota 9,1 dB. Avšak za ideální hodnoty pro FEC 3/4 je považováno rozmezí 10-13 dB, tudíž podmínka ideálu není splněna. Tyto odchylky v měřeních byly pravděpodobně způsobeny nepřímou viditelností na družici a jistou oblačností.

Pro kvalitní příjem digitálního kabelového televizního signálu je doporučována úroveň signálu v rozmezí 50-80 dB $\mu$ V. U všech multiplexních sítí při modulaci 64 QAM, které dovedl analyzátor vyhledat, byl tento předpoklad splněn. Velmi kladných výsledků bylo taktéž dosaženo u parametru C/N, kdy ani v jednom případě neklesla naměřená hodnota pod hranici 26 dB. Dokonce ani nejnižší hodnota, která činila 28,63 dB u multiplexní sítě 20, se kriticky nepřiblížila k této hraniční hodnotě. Nejvyšší a tudíž i nejlepší naměřená hodnota byla 30,79 dB u multiplexní sítě 4.

Součástí práce bylo taktéž popsat samotnou práci s analyzátozem Amiko X-Finder. Obecně lze říci, že práce s tímto přístrojem byla velice pohodlná. Komfort při práci byl zajišťován nejen dlouhou výdrží přístroje, a to až pět hodin při plném nabití AAA baterií, ale také díky jeho kompaktním rozměrům, které zaručovaly bezproblémovou manipulaci i při obtížně dostupných měřeních. Velkým pozitivem tohoto analyzátoru shledáváme zabudované tunery a LCD obrazovku, na které lze přímo v terénu sledovat kvalitu obrazu a rovněž porovnávat s naměřenými hodnotami. Další výhodou je možnost výpočtu vhodného elevačního úhlu a azimutu pro nasměrování parabolické antény. Zde je však zapotřebí vytknout absenci modulu GPS, který by zde byl jistě ocenitelným přínosem.

Za hlavní nevýhodu přístroje lze považovat absenci funkce pro uložení získaných výsledků měření či pořízení snímků obrazovky.

Analyzátor disponuje mnoha doplňkovými funkcemi, ať se již jedná o zapojení do televizoru přes kabel HDMI, programového průvodce EPG, správu oblíbených stanic či sledování videí na internetu atd. Po připojení analyzátoru k televizoru a internetu se přístroj stává plnohodnotným STB pro příjem digitálního televizního vysílání a zároveň multimediální stanicí, která umožňuje zobrazit aktuální počasí, nové zprávy ze světa či sledovat videa.

I přes některé nevýhody analyzátoru ho lze doporučit k měření všech druhů digitálního televizního vysílání.

## Použitá literatura

- [1] About DVB. *DVB* [online]. c2017 [cit. 2017-03-01]. Dostupné z: <<https://www.dvb.org/about>>
- [2] Co je DVB-H a jaké má výhody? *DigitálníTelevize.cz* [online]. c1999-2017 [cit. 2017-03-01]. Dostupné z: <<https://www.digitalnitemlevize.cz/informace/mobilni-televize/co-je-mobilni-televize.html>>
- [3] Co je IPTV a jaké má výhody? *DigitálníTelevize.cz* [online]. c1999-2017 [cit. 2017-03-01]. Dostupné z: <<https://www.digitalnitemlevize.cz/informace/iptv/co-je-iptv.html>>
- [4] Co je IPTV, jaké má (ne)výhody a jak na ni? *DSL.CZ* [online]. c2017 [cit. 2017-03-01]. Dostupné z: <<http://www.dsl.cz/jak-na-to/jak-na-iptv>>
- [5] Co je IPTV. *Digiprijem.cz* [online]. c2012 [cit. 2017-03-01]. Dostupné z: <<http://www.digiprijem.cz/co-je-iptv.php>>
- [6] Co je kabelová digitální televize (DVB-C) a jaké má výhody? *DigitálníTelevize.cz* [online]. c1999-2017 [cit. 2017-03-01]. Dostupné z: <<https://www.digitalnitemlevize.cz/informace/dvb-c/co-je-dvb-c.html>>
- [7] Co je satelitní digitální vysílání (DVB-S) a jaké má výhody? *DigitálníTelevize.cz* [online]. c1999-2017 [cit. 2017-03-01]. Dostupné z: <<https://www.digitalnitemlevize.cz/informace/dvb-s/co-je-dvb-s.html>>
- [8] Co je to digitální vysílání. *Kabelová televize Kopřivnice Digitální vysílání* [online]. c2008 [cit. 2017-03-01]. Dostupné z: <<http://ktdigi.cz/dvb-c-koprivnice>>
- [9] Česká televize a proces digitalizace vysílání. *RadioTV* [online]. c2001 [cit. 2017-04-16]. Dostupné z: <[http://www.radiotv.cz/p\\_tv/t\\_tecnika/ceska-televize-a-proces-digitalizace-vysilani/](http://www.radiotv.cz/p_tv/t_tecnika/ceska-televize-a-proces-digitalizace-vysilani/)>
- [10] DUSPIVA, Zdeněk. *Digitalizace jako budoucnost elektronických médií*. Praha: Votobia, 2004. ISBN 80-7220-169-7.
- [11] DVB Standards. *DVB* [online]. c2017 [cit. 2017-04-16]. Dostupné z: <<https://www.dvb.org/standards>>
- [12] DVB-C2, digitální kabelová televize druhé generace. *DigiZone.cz* [online]. c2005-2017 [cit. 2017-03-01]. Dostupné z: <<http://www.digizone.cz/clanky/dvb-c2-digitalni-kabelovka-druhe-generace/>>
- [13] DVB-C2. *European Telecommunications Standards Institute* [online]. c2015 [cit. 2017-03-01]. Dostupné z: <[http://www.etsi.org/deliver/etsi\\_en/302700\\_302799/302769/01.03.01\\_60/en\\_302769v010301p.pdf](http://www.etsi.org/deliver/etsi_en/302700_302799/302769/01.03.01_60/en_302769v010301p.pdf)>
- [14] DVB-H Factsheet. *DVB* [online]. c2017 [cit. 2017-03-01]. Dostupné z: <[https://www.dvb.org/resources/public/factsheets/DVB-H\\_Factsheet.pdf](https://www.dvb.org/resources/public/factsheets/DVB-H_Factsheet.pdf)>

- [15] How to measure Bit/Package Error Rate (BER/PER). *Nordic Semiconductor* [online]. c2017 [cit. 2017-04-16]. Dostupné z: <<https://www.nordicsemi.com/eng/Nordic-FAQ/All/How-to-measure-Bit-Package-Error-Rate-BER-PER-on-the-nRF24L01>>
- [16] Jak funguje IPTV. *Digiprijem.cz* [online]. c2012 [cit. 2017-03-01]. Dostupné z: <<http://www.digiprijem.cz/jak-funguje-iptv.php>>
- [17] Jak přijímat DVB-C. *DigiZone.cz* [online]. c2005-2017 [cit. 2017-03-01]. Dostupné z: <<http://www.digizone.cz/speciaky/kabel/jak-prijimat-dvb-c/>>
- [18] KRÍŽ, David. Čím se liší standard DVB-T2 od dnešního DVB-T? *DigiZone.cz* [online]. c2005-2017 [cit. 2017-03-01]. Dostupné z: <<http://www.digizone.cz/clanky/cim-se-lisi-standard-dvb-t2-od-dnesniho-dvb-t/>>
- [19] LEGÍŇ, Martin. Televizní technika DVB-T, BEN, 2006. ISBN: 80-7300-204-3
- [20] Lokalita měření pozemního signálu. *Mapy.cz* [online]. c2015 [cit. 2017-04-16]. Dostupné z: <<https://mapy.cz/s/1wVhy>>
- [21] Lokalita měření satelitního signálu. *Mapy.cz* [online]. c2015 [cit. 2017-04-16]. Dostupné z: <<https://mapy.cz/s/1x0CR>>
- [22] MALÝ, Martin. Vše o vysílání v DVB-T2. *Anténa* [online]. c2003-2016 [cit. 2017-03-01]. Dostupné z: <<https://www.antena.cz/vse-o-vysilani-v-dvb-t2-h-265-hevc-v-cr-c216/>>
- [23] Měření anténního signálu. *Dipolnet* [online]. c1996-2017 [cit. 2017-03-01]. Dostupné z: <[http://www.dipolnet.cz/mereni\\_antenniho\\_signalu\\_bib09.htm](http://www.dipolnet.cz/mereni_antenniho_signalu_bib09.htm)>
- [24] Měření digitálních signálů DVB-T. *Antény a satelity* [online]. c2010 [cit. 2017-04-16]. Dostupné z: <<http://www.profidigital.cz/homepage/56-mereni-digitalniho-signalu-dvb-t.html>>
- [25] MOULÍK, Karel. Satelitní vysílání DVB-S. *Česká televize* [online]. c2017 [cit. 2017-03-01]. Dostupné z: <<http://www.ceskatelevize.cz/vse-o-ct/technika/digitalni-satelitni-vysilani-dvb-s/>>
- [26] PIKART, Karel. Měření základních parametrů DVB-T. *Mikrokom* [online]. c2017 [cit. 2017-04-16]. Dostupné z: <[http://www.mikrokom.eu/cz/pdf/funkce%20MER\\_2.pdf](http://www.mikrokom.eu/cz/pdf/funkce%20MER_2.pdf)>
- [27] POTŮČEK, Jan. Průvodce světem IPTV: co všechno umožňuje televizním stanicím oproti kabelovce. *DigiZone.cz* [online]. c2012 [cit. 2017-03-01]. Dostupné z: <<http://www.digizone.cz/clanky/pruvodce-svetem-iptv-co-vsechno-umoznuje-televiznim-stanicim-oproti-kabelovce/>>
- [28] Přehled TV vysílačů českých radiokomunikací. *ČESKÉ RADIOKOMUNIKACE* [online]. c2017 [cit. 2017-04-16]. Dostupné z: <<https://www.cra.cz/prehled-tv-vysilacu>>
- [29] Radiokomunikace budou testovat TV vysílání v rozlišení Ultra HD. *Technet.cz* [online]. c2013 [cit. 2017-03-01]. Dostupné z: <[http://technet.idnes.cz/ultrahd-4k-v-cesku-0zu-tec\\_video.aspx?c=A130711\\_160112\\_tec\\_video\\_vse](http://technet.idnes.cz/ultrahd-4k-v-cesku-0zu-tec_video.aspx?c=A130711_160112_tec_video_vse)>
- [30] REICHL, Jaroslav. Digitalizace analogového signálu. *Encyklopedie fyziky* [online]. c2006-2017 [cit. 2017-03-01]. Dostupné z: <<http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/1355-digitalizace-analogoveho-signalu>>



- [31] RSS kanály. *České noviny* [online]. c2017 [cit. 2017-04-16]. Dostupné z: <<http://www.ceskenoviny.cz/rss/>>
- [32] Satellite Finder / Dish Alignment Calculator with Google Maps. *DishPointer* [online]. c2012 [cit. 2017-04-16]. Dostupné z: <<http://www.dishpointer.com/>>
- [33] Technické základy DVB-T. *Česká Televize* [online]. c1996-2017 [cit. 2017-03-01]. Dostupné z: <<http://www.ceskatelevize.cz/vse-o-ct/technika/digitalni-pozemni-vysilani-dvb-t/technicke-zaklady/>>
- [34] VYLEŤAL, Martin. DVB-H - test mobilní televize od T-Mobile. *Parabola* [online]. c2006 [cit. 2017-03-01]. Dostupné z: <<http://www.parabola.cz/clanky/2349/dvb-h-test-mobilni-televize-od-t-mobile/>>
- [35] Vysílače Ostrava - Lanová. *DigitálníTelevize.cz* [online]. c1999-2017 [cit. 2017-04-16]. Dostupné z: <<https://www.digitalnitemlevize.cz/vysilace/lokalita-181832-495044-ostrava-lanova.html>>
- [36] What is DVB-T: Digital Video Broadcasting. *Electronicsnotes* [online]. c2016 [cit. 2017-03-01]. Dostupné z: <<https://www.electronics-notes.com/articles/audio-video/broadcast-tv-television/what-is-dvb-t-basics-tutorial.php>>
- [37] Yahoo News RSS. *Yahoo* [online]. c2017 [cit. 2017-04-16]. Dostupné z: <<https://www.yahoo.com/news/rss>>
- [38] YouTube. *YouTube* [online]. c2017 [cit. 2017-04-16]. Dostupné z: <<https://www.youtube.com/>>

## Seznam příloh

Příloha A:	Naměřené hodnoty pozemního televizního vysílání .....	I
Příloha B:	Naměřené hodnoty satelitního televizního vysílání .....	VI
Příloha C:	Naměřené hodnoty kabelového televizního vysílání.....	VII

Příloha na CD/DVD.

Adresářová struktura přiloženého CD/DVD:

Manuál.pdf

Originální manuál.pdf

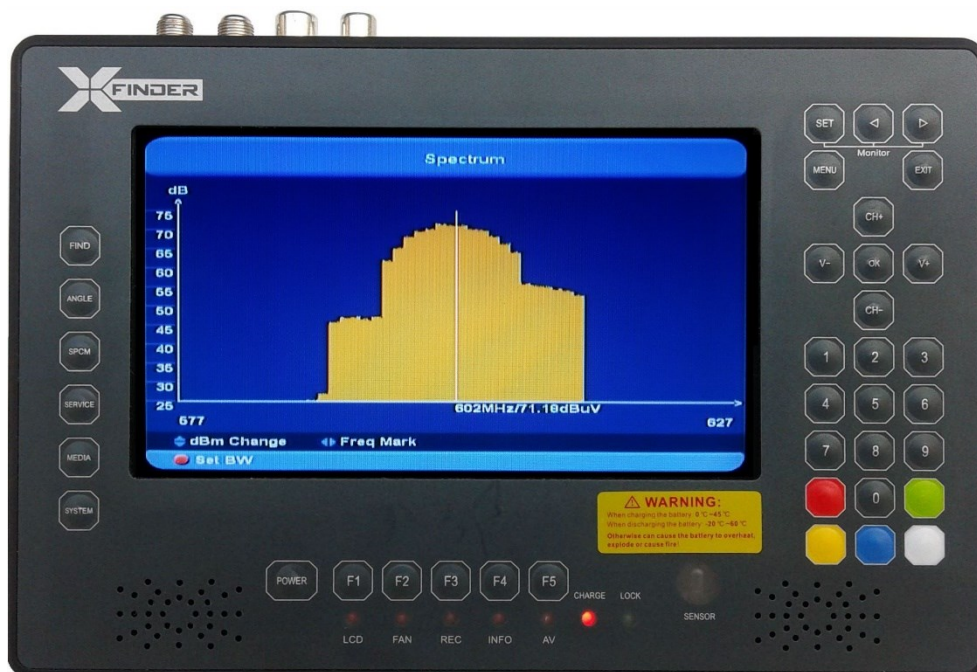
/Úlohy/Měření DVB-T.pdf

/Úlohy/Měření DVB-S.pdf

Příloha A: *Naměřené hodnoty pozemního televizního vysílání*



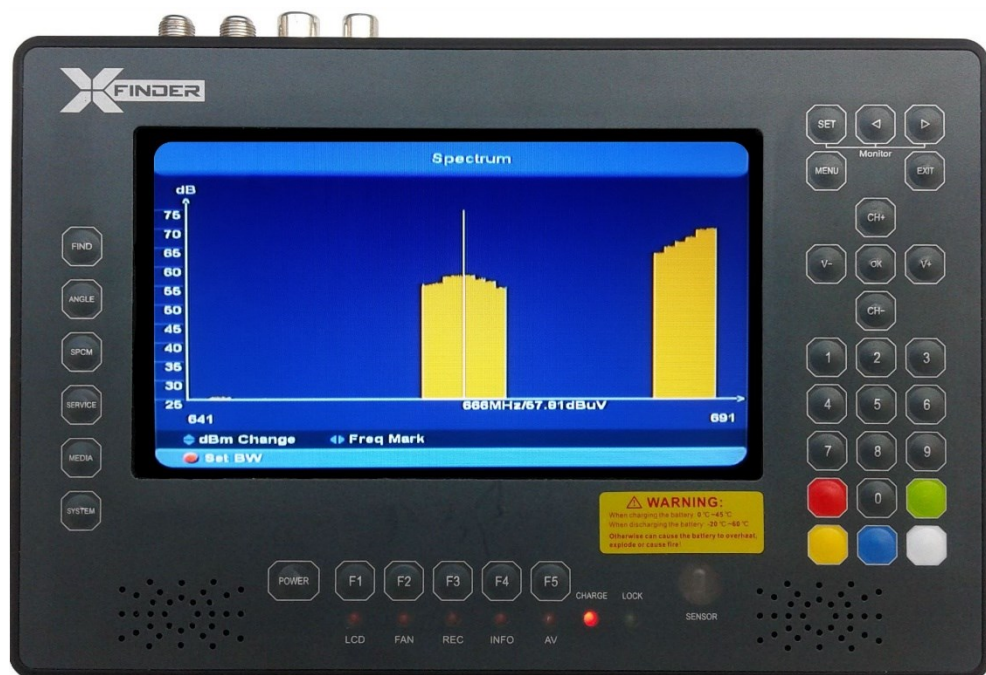
*Parametry pro multiplex 2*



*Frekvenční spektrum pro multiplex 2*



*Naměřené parametry pro multiplex 4*

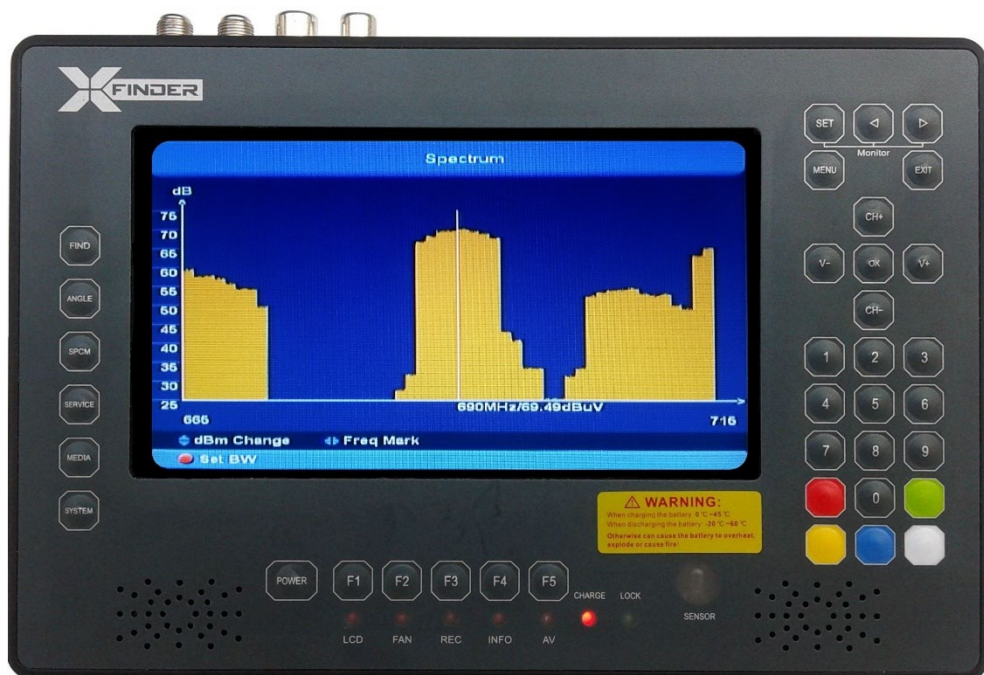


*Frekvenční spektrum pro multiplex 4*





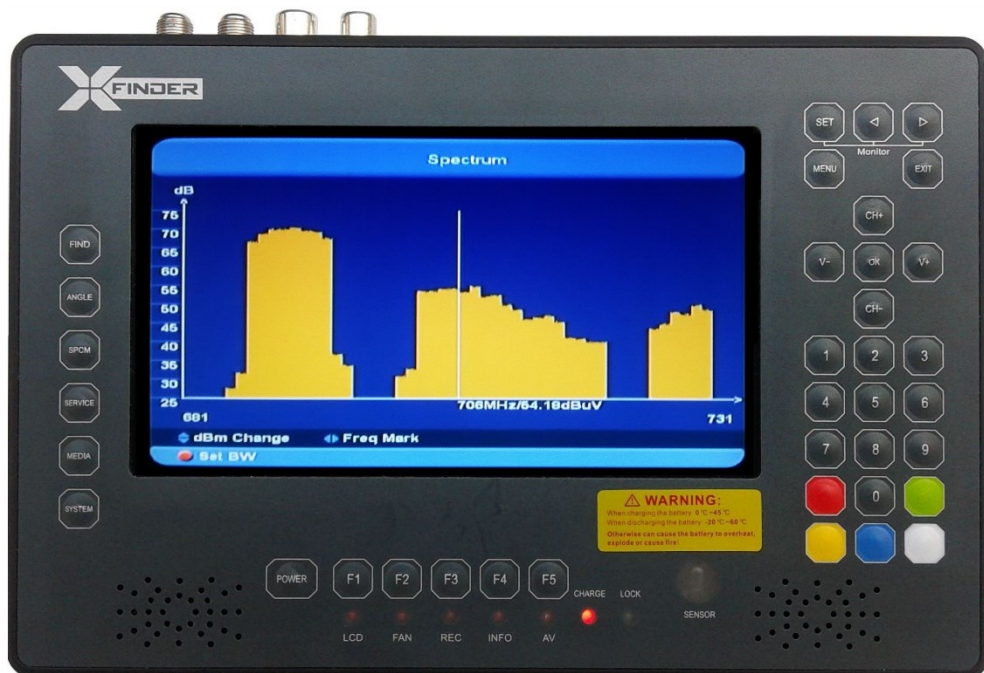
*Naměřené parametry pro multiplex 3*



*Frekvenční spektrum pro multiplex 3*



*Naměřené parametry pro regionální síť 8*

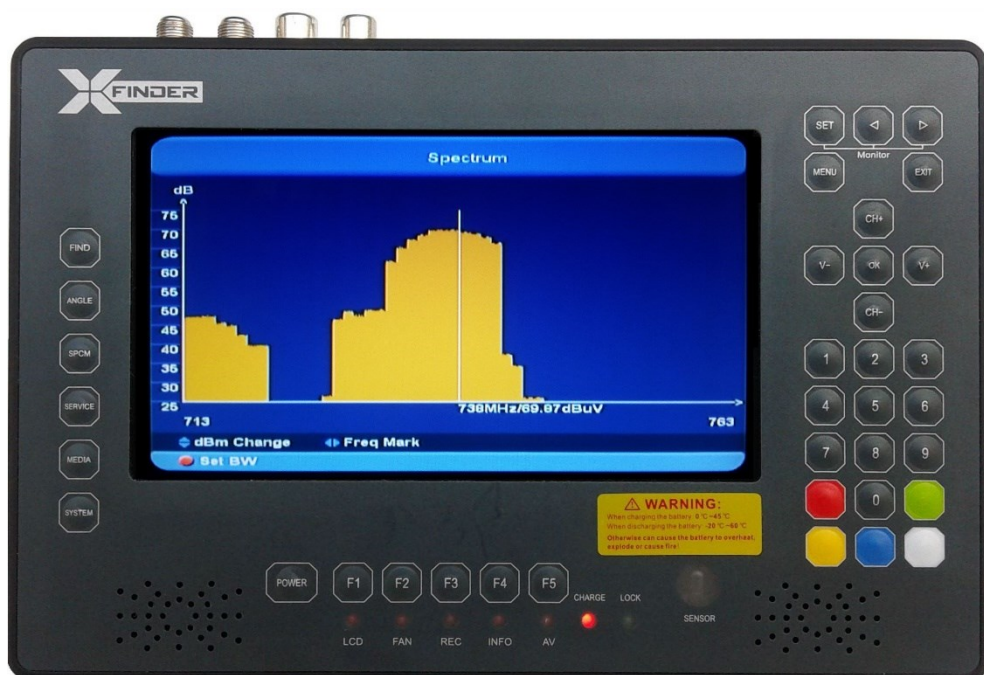


*Frekvenční spektrum pro regionální síť 8*





*Naměřené parametry pro kanál 54*

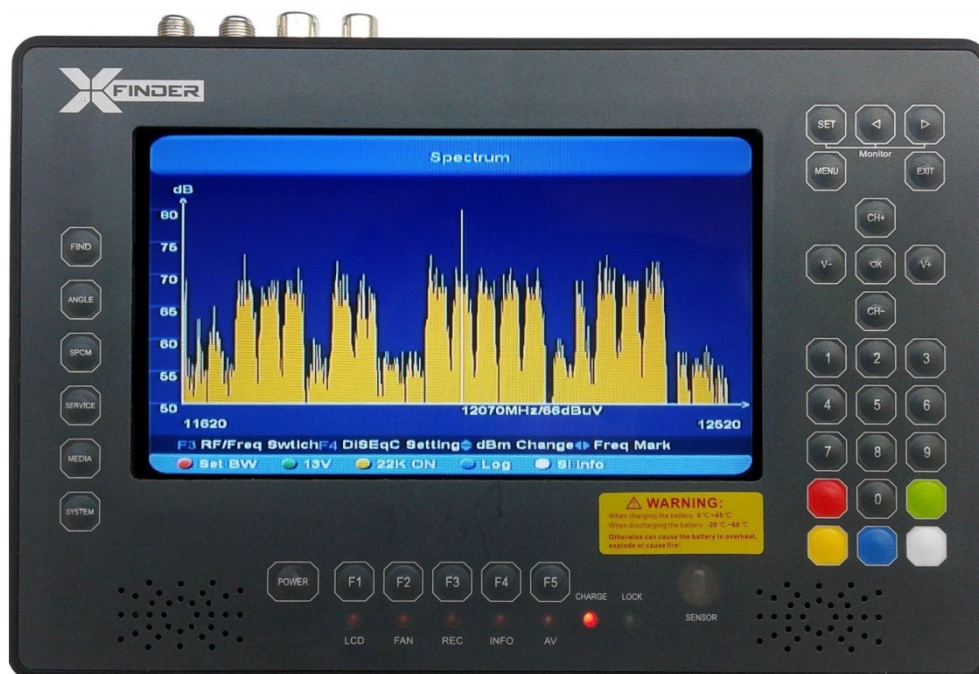


*Frekvenční spektrum pro kanál 54*

Příloha B: *Naměřené hodnoty satelitního televizního vysílání*



*Konstelační diagram (12070H27500)*



*Frekvenční spektrum (12070H27500)*



Příloha C: *Naměřené hodnoty kabelového televizního vysílání*



*Naměřené parametry MUX 7*



*Naměřené parametry MUX 19*



*Naměřené parametry MUX 1*



*Naměřené parametry MUX 2*





*Naměřené parametry MUX 4*



*Naměřené parametry MUX 5*



*Naměřené parametry MUX 8*



*Naměřené parametry MUX 10*





*Naměřené parametry MUX 11*



*Naměřené parametry MUX 12*



*Naměřené parametry MUX 13*



*Naměřené parametry MUX 17*





*Naměřené parametry MUX 20*